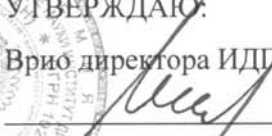


**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт динамики геосфер Российской академии наук  
(ИДГ РАН)**



УТВЕРЖДАЮ:

Врио директора ИДГ РАН

 Ю.И. Зецер

» сентябрь 2014 г.

**Программа  
кандидатского экзамена**

Направление подготовки  
**05.06.01 «Науки о земле»**

Направленность (профиль)  
**Физика атмосферы и гидросферы**

Квалификация (степень)  
**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения  
**Очная, заочная**

Москва, 2014

## **I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Программа составлена в соответствии с приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.11.2013 г. № 1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)» и на основании письма Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.06.2011 г. «О формировании основных образовательных программ послевузовского профессионального образования» на основе программы, разработанной экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации по физике при участии ИЗМИРАН и ИСЗФ СО РАН.

В основу программы кандидатского экзамена по профилю «Физика атмосферы и гидросферы» направления подготовки 05.06.01 «Науки о земле» положены теория плазмы, физическая кинетика, физика атмосферы, гидродинамика, физика магнитосферы и ионосферы, процессы в геосферах при сильных возмущениях. Настоящая программа охватывает следующие базовые разделы: геофизика, строение атмосферы, динамика атмосферы и океана, физика Солнца, климатология, распространение электромагнитных и звуковых волн, физика тропосферы, средней и верхней атмосферы, основы теории вероятности и математической статистики, физические основы экологии.

Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по наукам о Земле.

## **II. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

### **2.1. Физика атмосферы и гидросферы**

Общие представления о научной специальности «Физика атмосферы и гидросферы».

Планета Земля в солнечной системе. Основные оболочки Земли. Гравитационное поле Земли.

### **2.2. Солнечно-земная физика**

Солнечно-земная физика: предмет и содержание. Место солнечно-земной физики в ряду естественных наук, характер решаемых общетеоретических и философских задач.

Геофизическая служба; роль солнечно-земной физики в народном хозяйстве. История. Международные геофизические проекты.

### **2.3. Физика Солнца и межпланетной среды**

Солнце как переменная звезда. Место Солнца на главной последовательности Герцшпрунга-Рессела.

Строение Солнца.

Атмосфера Солнца.

Происхождение хромосферы и короны. Солнечное электромагнитное излучение, распределение энергии в потоке солнечного излучения, солнечная постоянная.

Солнечный ветер и межпланетное магнитное поле. Происхождение, основные характеристики и их вариации. Солнечная активность: пятна, факелы, радиоизлучение, корональные дыры, транзиенты, солнечные вспышки, вариации спектра электромагнитного излучения.

Индексы солнечной активности. Космические лучи в межпланетном пространстве. Происхождение космических лучей, взаимодействие

космических лучей с атмосферой Земли. Классификация вариаций космических лучей. Методы регистрации интенсивности космических лучей.

#### **2.4. Постоянное магнитное поле**

Происхождение главного геомагнитного поля. Структура геомагнитного поля. Описание геомагнитного поля, его графическое представление, магнитная съемка, магнитные карты. Аналитическое представление магнитного поля, теория Гаусса, основы потенциального анализа. Геомагнитные измерения.

Вековые геомагнитные вариации. Палеомагнетизм.

#### **2.5. Физика магнитосферы**

Формирование магнитосферы; перенос энергии, вещества и импульса от солнечного ветра в магнитосферу. Структура магнитосферы. Магнитосферная конвекция. Электрические поля. Токи во внешней магнитосфере. Электрические поля и токи в плазмосфере. Теория атмосферного динамо.

Геомагнитные вариации. Связь геомагнитного поля и состояния магнитосферы с параметрами солнечного ветра. Частицы и волны в магнитосфере. Геомагнитные пульсации. Очень низкочастотное излучение. Движение частиц в электромагнитных полях.

Плоские волны в холодной плазме. Гидромагнитные волны. Неустойчивость плазмы. Собственные колебания магнитосферы. Наблюдения волн в плазме, солнечного ветра и магнитосферы. Естественные электромагнитные излучения.

Геомагнитные пульсации. Классификация. Механизмы генерации и распространения пульсаций. Гидромагнитная диагностика. Спутниковые и наземные наблюдения пульсаций, связь их с другими геофизическими явлениями. Генерация и распространение ОНЧ-излучений в магнитосфере Земли. Классификация ОНЧ-излучений. Связь с физическими процессами в

магнитосфере. Взаимодействие магнитосферы с верхней атмосферой и высокоширотной ионосферой. Полярная ионосфера.

Радиоаврора. Морфология, классификация и механизмы образования.

Полярные сияния. Морфология полярных сияний. Дискретные формы, фоновое свечение. Географическое распределение. Суббури в полярных сияниях. Спектры свечения ночного неба и полярных сияний. Механизмы возбуждения основных эмиссий.

Магнитосферные возмущения. Бури, суббури и микросуббури. Морфология. Повторяемость пространственно-временной структуры суббурь и их фазы. Индексы геомагнитной активности.

## **2.6. Физика средней и верхней атмосферы**

Нейтральная атмосфера. Состав и строение атмосферы Земли. Высотное распределение состава, плотности, давления, влажности. Классификация различных областей атмосферы. Вертикальная структура атмосферы, механизмы ее формирования. Энергетика и тепловой баланс. Источники и стоки энергии. Динамика атмосферы. Общая циркуляция атмосферы на ионосферных уровнях, уравнения движения нейтральной атмосферы. Теория планетарных волн, приливов и внутренних гравитационных волн. Модели нейтральной атмосферы. Особенности и характеристики средней атмосферы. Атмосферное электричество (общие представления).

Ионосфера. Образование ионосферных слоев. Слоистая структура ионосферы. Фотохимические процессы в ионосфере. Фотоионизация. Ионизирующее излучение Солнца. Поглощающие свойства атмосферы. Ионизационная функция. Фотоэлектроны. Рекомбинационные процессы. Классификация реакций. Эффективный коэффициент рекомбинации. Уравнение непрерывности. Уравнение простого слоя. Особенности фотохимии в областях D, E, F ионосферы.

Морфология ионосферных слоев. Область D. Область E. Регулярный слой E. Слой E-спорадический. Область F. Слой F1: морфология и механизмы образования. Особенности поведения слоя F2 («аномалия» слоя F2, главный ионосферный провал). Механизмы формирования слоя F2 и крупномасштабной неоднородности структуры. Ионосферные неоднородности. Классификация, радиофизические и геофизические аспекты проявления (замирания радиосигналов, явление F-рассеяния и т.п.). Основы теории генерации и движения неоднородностей. Динамический режим ионосферы и взаимодействие различных слоев (сводка экспериментальных данных). Внешняя ионосфера и экзосфера. Плазмосфера и ее роль в формировании ионосферы.

Процессы переноса в ионосферной плазме. Уравнения движения электронов и ионов. Взаимодействие с нейтралами. Проводимость ионосферной плазмы.

Электродинамические дрейфы в ионосфере. Принципы динамотеории. Диффузия в ионосфере. Амбиполярное приближение. Роль диффузии в формировании основного максимума ионосферы. Нерегулярные явления в ионосфере. Эффекты солнечных вспышек. Эффекты магнитных бурь. Ионосферные возмущения: классификация, морфология, механизмы.

Особенности ионосферных процессов в высокоширотной ионосфере. Ионосферно-магнитосферное взаимодействие.

Высокоширотная ионосфера. Формирование высокоширотной ионосферы. Корпускулярная ионизация, механизмы образования регулярной ионосферы. Ионосферные неоднородности, механизмы формирования ионосферных неоднородностей. Структура высокоширотной ионосферы. Геофизическое районирование (субавроральный провал, главный ионосферный провал, ионосфера авроральной зоны, ионосфера полярной шапки).

Сведения об ионосферах других планет солнечной системы.

Глобальные изменения окружающей среды и климата (общее представление). Проблема глобального потепления. Парниковый эффект. Проблема озона. Связь вариаций озона с внутриатмосферными, гелио-, геофизическими и антропогенными факторами. Солнечно-атмосферные связи. Долговременные вариации параметров верхней атмосферы.

Экспериментальные исследования верхней и средней атмосферы

Радиофизические методы исследования. Основы теории распространения электромагнитных волн в ионосферной плазме. Метод вертикального радиозондирования (наземный и спутниковый варианты). Наклонное зондирование. Возвратно-наклонное зондирование. Метод частичных отражений.

Кросс-модуляция и нелинейные эффекты при распространении радиоволн в ионосферной плазме. Измерение поглощения радиоволн в ионосфере. Метод некогерентного рассеяния. Эксперименты по распространению радиоволн с использованием ракет и ИСЗ (метод дисперсионного интерферометра, фарадеевское вращение плоскости поляризации и т.п.). Метод разнесенного приема и его модификации. Радиолокация метеорных следов и искусственных образований.

Оптические методы исследований. Свечение ночного неба (эмиссии 557,7 Нм и 630,0 Нм). Серебристые облака. Полярные сияния. Исследования в оптическом диапазоне со спутников (космический мониторинг).

Другие методы наблюдений за состоянием верхней атмосферы. Прямые измерения параметров ионосферной плазмы с помощью ИСЗ и ракет (зондовые, масс-спектрометрические, инъекционные). Акустический метод. Инфразвуковые измерения.

Особенности экспериментальных исследований высокоширотной ионосферы (радиофизические, оптические, магнитные, ракетно-спутниковые).

## **2.7. Избранные разделы математической статистики и численного анализа**

Элементы теории вероятностей. Основные определения. Согласование экспериментальных данных. Определение числовых характеристик и законов распределения. Построение доверительных интервалов и проверка гипотез.

Обработка экспериментальной информации. Корреляционный анализ. Спектральный анализ. Регрессионный анализ. Фильтрация и выделение скрытых периодичностей. Метод наименьших квадратов. Аппроксимация. Сплайны. Фрактальный анализ. Построение эмпирических формул. Разложение в ряд по заданной системе функций (тригонометрических, сферических) и по естественным ортогональным функциям (главным компонентам). Методы пространственной интерполяции физических полей. Применение численных методов для моделирования физических процессов в околоземном и межпланетном пространстве.

## **III. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

*Абдусаматов Х.И. Солнце диктует климат Земли. – СПб.: Logos, 2009. – 197 с.*

Акасофу С.И. Полярные и магнитосферные суббури. М.: Мир, 1971.

Акасофу С.И. Физика магнитосферных суббурь (на англ. яз.). Бостон, 1977.

*Акасофу С.И., Чепмен С. Солнечно-земная физика. М.: Мир, 1973—1974. Т. 1 и 2.*

Александров Э.Л., Израэль Ю.А., Кароль И.А., Хргиан А.Х. Озонный щит Земли и его применение. Л.: Гидрометеиздат, 1992.

Альперт Я.Л. Волны и искусственные тела в приземной плазме. М.: Наука, 1974.

Альперт Я.Л. Распространение электромагнитных волн и ионосфера. М.: Наука, 1972.



- Альвен Г., Фельтхаммар К.-Г. Космическая электродинамика. М.: Мир, 1967.
- Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов. М.: Мир, 1976.
- Афраймович Э.Л. Интерференционные-методы радиозондирования ионосферы. М.: Наука, 1982.
- Аксенов В.В. Электромагнитное поле Земли. - Новосибирск: ИВМиМГ СО РАН, 2010. - 266 с.*
- Алексеев Г.В. Оптимизация в стационарных задачах теплопереноса и магнитной гидродинамики. – М.: Научный мир, 2010. – 410 с.*
- Астероидно - кометная опасность. – СПб.: ИТА РАН, 1996. – 243 с.*
- Атмосфера: Справочник (справочные данные, модели). – Л.: ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ, 1991. – 509 с.*
- Бауэр З. Физика планетных ионосфер. М.: Мир, 1976.
- Базаржапов А.Д., Матвеев М.И., Мишин В.М. Геомагнитные вариации и бури. Новосибирск: Наука, 1979.
- Бакунин П.И. Курс общей астрономии. М.: Наука, 1966.
- Бахвалов Н.С. Численные методы. М.: Наука, 1973.
- Бекряев В.И. Молнии, спрайты и джетты: Учебник. - СПб.: РГГМУ, 2009. - 95 с.*
- Бендат Дж.С., Пирсол А.Г. Измерения и анализ случайных процессов. М.: Мир, 1971.
- Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. М.: Наука, 1966.
- Библиографические указатели. // Международный геофизический год. М.: Изд. АН СССР, 1954-63.
- Благовещенская Н.Ф. Геофизические эффекты активных воздействий в околоземном космическом пространстве. – СПб.: ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ, 2001. – 287 с.*
- Бочкарев Н.Г. Магнитные поля в космосе. – М.: URSS, 2011 – 207 с.*

- Де Бор К. Практическое руководство по сплайнам. М.: Радиосвязь, 1985.
- Брюнелли В.Е., Намгаладзе А.А. Физика ионосферы. М.: Наука, 1988.
- Брасье Г., Соломон С. Аэрномия средней атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1987.
- Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем. Л.: Гидрометеиздат, 1980.
- Витинский Ю.И. Солнечная активность. М.: Наука, 1983.
- Витинский Ю.И., Оль А.И., Сазонов Б.А. Солнце и атмосфера Земли. М.: Гидрометиздат, 1976.
- Вараксин А.Ю., Ромаш М.Э, Конейцев В.Н. Торнадо. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 344 с.*
- Винников С.Д., Викторова Н.В. Физика вод суши: Учебник. - СПб.: РГГМУ, 2009. - 429 с.*
- Витязев А.В., Печерникова Г.В. Астероидная и сейсмическая опасность: Введение в новые аспекты проблемы. – М.: ОИФЗ РАН, 1997. – 69 с.*
- Волощук Ю.И., Кащеев Б.К., Кручиненко В.Г. Метеоры и метеорное вещество. – Киев: Наукова думка, 1989. – 292 с.*
- Ионосферные измерения / А.И. Галкин, Н.М. Ерофеев, Э.С. Казимировский, В.Д. Кокоуров. М.: Наука, 1971.
- Гандин Л.С. Объективный анализ метеорологических полей. Л.: Гидрометеиздат, 1963.
- Голицын Г.С. Динамика природных явлений: климат, планетные атмосферы, конвекция, волновые и случайные процессы. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 342 с.*
- Григорьев А.И., Ширяева С.О. Аналитические расчеты осцилляций заряженной капли. – Ярославль: ЯрГУ им. П.Г. Демидова, 2011. – 311 с.*
- Гущенко И.И. Извержения вулканов мира (каталог). – М.: Наука, 1979. – 475 с.*
- Геофизический бюллетень. М.: Наука, 1958-74. № 1-27.
- Явление F-рассеяния в ионосфере / Б.Н. Гершман, Э.С. Казимировский, В.Д. Кокоуров, Н.А. Чернобровкина. М.: Наука, 1984.

- Гинзбург В.Л. Распространение электромагнитных волн в плазме. М.: Физматгиз, 1947.
- Грушинский Н.П. Теория фигуры Земли. М.: Наука, 1976.
- Гусев А.М. Свободная конвекция в атмосфере и океане. М.: Изд-во МГУ, 1978.
- Гульельми А.В., Троицкая В.А. Геомагнитные пульсации и диагностика магнитосферы. М.: Наука, 1973.
- Данилов А.Д., Казимировский Э.С., Вергасова Г.В., Хачикян Г.Я. Метеорологические эффекты в ионосфере. Л.: Гидрометеоздат, 1987.
- Дженкинс Г.М., Ваттс Д.Г. Спектральный анализ и его приложение. М.: Мир, 1971-72.
- Дорман Л.И. Вариации космических лучей. М.: Наука, 1981.
- Дамдинов Б.Б. Сдвиговые вязкоупругие свойства жидкостей. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2011. – 130 с.*
- Додд Р.Т. Метеориты. Петрология и геохимия. - М.: Мир, 1986. – 384 с.*
- Дэвис К. Радиоволны в ионосфере. – М.: Мир, 1973. – 504 с.*
- Зирин. Г. Солнечная атмосфера. М.: Мир, 1969.
- Жарков В.Н., Трубицын В.П., Самсоненко Л.В. Физика Земли и планет. М.: Наука, 1971.
- Жеребцов Г.А., Мизун Ю.Г., Мингалев В.С. Физические процессы в полярной ионосфере. М.: Наука, 1988.
- Жеребцов Г.А. От магнитно-метеорологических наблюдений до проблем солнечно-земной физики. // Исследования по геомагнетизму, аэронауке и физике Солнца. Наука, 1986. Вып. 76.
- Жмур В.В. Мезомасштабные вихри океана. – М.: ГЕОС, 2010. – 289 с.*
- Заболотная Н.А. Индексы геомагнитной активности: Справочное пособие. – М.: URSS, 2007. – 83 с.*
- Зверев В.П. Вода в Земле: введение в учение о подземных водах: Учебник. - М.: Научный мир, 2009. - 251 с.*
- Земля и Вселенная. Энциклопедия. – М.: Махаон, 2010. – 301 с.*

- Иванов В.А. Радиомониторинг нижней ионосферы Земли. – Йошкар-Ола: МГТУ, 2010. – 183 с.*
- Иванов-Холодный Г.С., Никольский Г.М. Солнце и ионосфера. М.: Физматгиз, 1969.
- Ионосферно-магнитная служба. / Под ред. С.И. Авдюшина и А.Д. Данилова. Л.: Гидрометеиздат, 1987.
- Исаев С.И., Пудовкин М.И. Полярные сияния и процессы в магнитосфере Земли. Л.: Наука, 1972.
- Казимировский Э.С., Кокоуров В.Д. Движения в ионосфере. Новосибирск: Наука, 1979.
- Калиткин Н. Н. Численные методы. М.: Наука, 1978.
- Калинин Н.А. Динамическая метеорология: Учебник. – Пермь: Перм. кн. изд-во, 2009. – 255 с.*
- Кашлева Л.В. Атмосферное электричество: Учебник. - СПб.: РГГМУ, 2008. - 115 с.*
- Колесник А.Г. Солнечно - Земная физика. Ч. 1: Солнце и межпланетная среда. – Томск: ТМЛ-ПРЕСС, 2010 – 213 с.*
- Криволицкий А.А., Репнев А.И. Воздействие космических факторов на озоносферу Земли. – М.: ГЕОС, 2009. – 382 с.*
- Кендалл М. Временные ряды. М.: Финансы и статистика, 1981.
- Коваленко В.А. Солнечный ветер. М.: Наука, 1983.
- Кошелев В.В., Климов Н.Н., Сутырин Н.А. Аэрномия мезосферы и нижней термосферы. М.: Наука, 1983.
- Кринберг И.А. Кинетика электронов в ионосфере и плазмосфере Земли. М.: Наука, 1978.
- Кринберг И.А., Тащилин А.В. Ионосфера и плазмосфера. М.: Наука, 1984.
- Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.6: Гидродинамика: Учебник. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 731 с.*

- Литасов Ю.Д. Вулканизм Земли и планет земной группы: Учебное пособие. – Новосибирск: НГУ, 2011. – 200 с.*
- Магницкий В. А. Внутреннее строение и форма Земли. М.: Наука, 1965.
- Мейндоналд Дж. Вычислительные алгоритмы в прикладной статистике. М.: Финансы и статистика, 1988.
- Мишин В.М. Спокойные геомагнитные вариации и токи в магнитосфере. Новосибирск: Наука, 1976.
- Магнитные поля и движение активных образований на Солнце. – Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1981. - 160 с.*
- Манагадзе Г.Г. Плазма метеоритного удара и добиологическая эволюция. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 350 с.*
- Маслов А.А., Миронов С.Г. Динамика вязкого газа, турбулентность и струи: Учебное пособие. – Новосибирск: НГТУ, 2010. – 212 с.*
- Математическая физика: Энциклопедия. – М.: БРЭ, 1998. – 692 с.*
- Математическая энциклопедия. В 5 т. Т.1. – М.:СЭ, 1977 – 576 с.*
- Математическая энциклопедия. В 5 т. Т.2. – М.:СЭ, 1979 – 552 с.*
- Математическая энциклопедия. В 5 т. Т.3. – М.:СЭ, 1982 – 592 с.*
- Математическая энциклопедия. В 5 т. Т.4. – М.:СЭ, 1984 – 608 с.*
- Математическая энциклопедия. В 5 т. Т.5. – М.:СЭ, 1985 – 623 с.*
- Мельников В.П., Смутьский И.И. Астрономическая теория ледниковых периодов: новые приближения. Решенные и нерешенные проблемы. – Новосибирск: ГЕО, 2009. – 182 с.*
- Метеорологические и геофизические исследования. – М.; СПб.: ПАУЛСЕН, 2011. – 349 с.*
- Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология: Учебник. - М.: Высшая школа, 2008. - 462 с.*
- Модель космоса: научно-информационное издание. Т.1: Физические условия в космическом пространстве. – М.: КДУ, 2007. – 872 с.*

*Модель космоса: научно-информационное издание. Т.2: Воздействие космической среды на материалы и оборудование космических аппаратов. – М.: КДУ, 2007. – 1144 с.*

*Моханакумар К. Взаимодействие стратосферы и тропосферы. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 452 с.*

*Мурти Т.С. Сейсмические морские волны цунами. – Л.: ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ, 1981. – 447 с.*

*Мюррей К., Дермотт С. Динамика Солнечной системы. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 588 с.*

Национальная программа по космической погоде, FCM-P31-1997, США, Вашингтон, 1997.

Отнес Р., Эноксон Л. Прикладной анализ временных рядов. М.: Мир, 1982.

*Облака и облачная атмосфера: Справочник. – Л.: ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ, 1989. – 647 с.*

*Орленок В.В. Глобальный вулканизм и океанизация Земли. - Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2008. - 224 с.*

Паркер Е. Динамические процессы в межпланетной среде. М.: Мир, 1965.

Паркинсон У. Введение в геомагнетизм. М.: Мир, 1986.

Перов С.П., Хргиан АХ. Современные проблемы атмосферного озона. Л.: Гидрометеоздат, 1980.

*Педлоски Д. Геофизическая гидродинамика. Т.1. – М.: Мир, 1984. – 400 с.*

*Педлоски Д. Геофизическая гидродинамика. Т.2. – М.: Мир, 1984. – 811 с.*

*Пинчук А.В., Пинчук В.А. Шаровая молния: физические основы, концепция представлений. – СПб.: БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, 2011. – 96 с.*

*Пискунов Владимир Николаевич. Динамика аэрозолей. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 293 с.*

*Плазменная гелиогеофизика. Т. 1. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 670 с.*

*Плазменная гелиогеофизика. Т. 2. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 559 с.*

*Попель С.И. Генерация регулярных полей и модуляционное взаимодействие в природных технологических плазменных системах. – М.: МФТИ, 2009. – 308 с.*

Повзнер А.Д. К истории организации Международного геофизического года // История и методология естественных наук. МГУ. 1961—1967.

Поляков В.М., Щепкин Л.А., Казимировский Э.С., Кокоуров В.Д. Ионосферные процессы. Новосибирск: Наука, 1968.

Пономарев Е.А. Механизмы магнитосферных суббурь. М.: Наука, 1985.

Ратклифф Д. Введение в физику ионосферы и магнитосферы. М.: Мир, 1975.

*Райзер Ю.П. Введение в гидрогазодинамику и теорию ударных волн для физиков. – Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 431 с.*

Рикитаки Т. Электромагнетизм и внутреннее строение Земли. М.: Недра, 1968.

Ришбет Г., Гарриот О. Введение в физику ионосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1975.

Смирнов Н.В., Дудин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математическая статистика для технических приложений. М.: Наука, 1965.

*Смирнов Б.М. Свойства газоразрядной плазмы. – СПб.: Изд-во СПб ГПУ, 2010. – 361 с.*

*Соколовский М.А. Веррон Ж. Динамика вихревых структур в стратифицированной вращающейся жидкости. – М.; Ижевск: ИКИ, 2011. – 372 с.*

*Сокуров В.Ф. Экспериментальные исследования радиационных процессов в атмосфере Земли. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2009. – 191 с.*

*Солнечная активность и физические процессы в системе Солнце – Земля (Изменение окружающей среды и климата: природные и связанные с*

ними техногенные катастрофы. Т.8.). – М.: ИСЗФ СО РАН: ИФЗ РАН, 2008. – 280 с.

*Солнечно-земная физика: результаты экспериментов на спутнике КОРОНАС-Ф.* – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 487 с.

*Справочная модель распределения концентрации, температуры и эффективной частоты соударений электронов в ионосфере на высотах не ниже 200 км.: Справочная модель ионосферы – 83.* – Обнинск: ИЭМ, 1983. – 132 с.

*Структура континентов и океанов (терминологический справочник).* – М.: Недра, 1979. – 511 с.

*Ступицкий Е.Л. Динамика мощных импульсных излучений и плазменных образований.* – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 280 с.

*Сун В., Яскелл С.Х. Минимум Маундера и переменные Солнечно-Земные связи.* - М.: R&C Dynamics, 2008. - 313 с.

*Тарасов Л.В. Атмосфера нашей планеты.* – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 418 с.

*Тарасов Л.В. Ветры и грозы в атмосфере Земли.* – Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 277 с.

*Тихонов АН., Самарский А.А. Уравнения математической физики.* М.: Наука, 1972.

*Тьюки Дж. Анализ результатов наблюдений. Разведочный анализ.* М.: Мир, 1981.

*Ударные кратеры на Луне и планетах.* – М.: Наука, 1983. – 200 с.

*Уиттен Р., Поппов И. Основы аэрономии.* Л.: Гидрометеоздат, 1977.

*Поток энергии Солнца и его изменения.* / Под ред. О. Уайта. М.: Мир, 1980.

*Физика. Большой энциклопедический словарь.* – М.: БРЭ, 1999. – 944 с.

*Физика космоса. Маленькая энциклопедия.* – М.: СЭ, 1976. – 655 с.

*Физический энциклопедический словарь.* – М.: СЭ, 1983. – 928 с.

*Физическая энциклопедия. В 5 т. Т.1.* – М.:СЭ, 1988 – 704 с.



- Физическая энциклопедия. В 5 т. Т.2. – М.:СЭ, 1990 – 704 с.*
- Физическая энциклопедия. В 5 т. Т.3. – М.:СЭ, 1992 – 672 с.*
- Физическая энциклопедия. В 5 т. Т.5. – М.:СЭ, 1998 – 760 с.*
- Физические основы электрооптики аэрозольной атмосферы: Учебное пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2009. – 179 с.*
- Фортов В.Е., Храпак А.Г., Якубов И.Т. Физика неидеальной плазмы: Учебное пособие. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 526 с.*
- Френкель Я.И. Теория явлений атмосферного электричества. - М.: URSS, 2009. - 152 с.*
- Харгривс Дж.К. Верхняя атмосфера и солнечно-земные связи. Л.: Гидрометеиздат, 1982.*
- Хабутдинов Ю.Г., Шанталинский К.М., Николаев А.А. Учение об атмосфере: Учебное пособие. – Казань: КГУ, 2010. – 244 с*
- Хргиан АХ. Физика атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1970.*
- Хргиан АХ. Физика атмосферного озона. Л.: Гидрометеиздат, 1973.*
- Чемберлен Дж. Теория планетных атмосфер. Введение в их физику и химию. М.: Мир, 1981.*
- Чемберлен Дж. Физика полярных сияний и излучения атмосферы. М.: ИЛ. 1963.*
- Чепайкин Б.М. За грань пройденного. Магнитный щит Земли. – Орел: Воробьев, 2009. – 65 с.*
- Численное моделирование интенсивных вертикальных вихрей в атмосфере. – М.: ВЦ РАН, 2000. – 143 с.*
- Шестаков В.М. Гидрогеодинамика: Учебник. - М.: Изд-во МГУ, 2009. - 333 с. 17737*
- Шнирман Г.Л. Аппаратурные наблюдения. – М.: ОИФЗ РАН, 2003. – 304 с.*
- Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. – М.: ТЕХНОСФЕРА, 2010. – 556 с.*
- Щепкин Л.А, Климов Н.Н. Термосфера Земли. М.: Наука, 1980.*

Яновский Б.М. Земной магнетизм. Л.: Изд-во ЛГУ, 1978.

*Яковлев О.И., Павельев А.Г., Матюгов С.С. Спутниковый мониторинг Земли: радиозатменный мониторинг атмосферы и ионосферы. – М.: URSS, 2010. – 206 с.*

Akasofu S.-I. Physics of Magnetospheric Substorms. Boston, 1977.

Heikkila W.J. Earth`s Magnetosphere. Elsevier, 2011.

Kelley M.C. The Earth`s ionosphere: Plasma Physics and Electrodynamics. 2th ed. New York: Academic Press, 2009.

Schunk R.W., Nagy A.F. Ionospheres: Physics, Plasma physics, and Chemistry. 2th ed. Cambridge University Press, 2009.

Annals of the International Geophysical Year. London, New York, Paris: Pergamon Press. V. 2a, 2b.

Sullivan W. Assault on the unknown. The International Geophysical Year. London, New York, Toronto: McGraw Hill Book Co, Inc., 1961.

**Разработчики:**

В.В. Шувалов, доктор физ.-мат. наук,  
заведующий лабораторией «Математическое моделирование геофизических  
процессов» ИДГ РАН

«16» сентября 2014 г.



Подпись

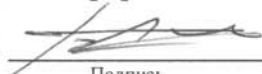


Ф.И.О.

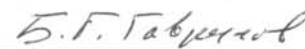
**Рецензенты:**

Б.Г. Гаврилов, доктор физ.-мат. наук,  
заведующий лабораторией «Литосферно-ионосферные связи» ИДГ РАН

«17» сентября 2014 г.



Подпись



Ф.И.О.

Программа кандидатского экзамена рассмотрена и утверждена Ученым советом ИДГ РАН (Протокол № 3а от 18.09.2014 г.).