

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИВЭП СО РАН)**

УТВЕРЖДАЮ:

ВрИО директора ИВЭП СО РАН

д.б.н. А.В. Пузанов

«29» апреля 2016 г.



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

в аспирантуру по направлению подготовки 05.06.01 «Науки о Земле»
(профиль – 25.00.29 «Физика атмосферы и гидросферы»)

Рассмотрена на заседании учёного совета института

Протокол №4 от 29.04.2016 г.

Барнаул – 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Структурные параметры атмосферы (давление, плотность, температура, молекулярный вес, концентрация частиц) и их единицы. Уравнения состояния идеального газа и гидростатики. Гомосфера и гетеросфера. Состав гомосферы Земли: основные и второстепенные газы. Особенности распределения водяного пара. Состав атмосфер других планет (Венера, Марс, планеты-гиганты). Диффузионно-гравитационное разделение газов. Понятие о фотохимическом времени жизни компоненты и времени перемешивания. Озон в атмосфере и теория его вертикального распределения.

Раздел 2. Основные определения: интенсивность, плотность, поток излучения, приток лучистой энергии. Уравнение переноса излучения в общем виде. Коэффициенты ослабления и излучения. Функция источника, вероятность выживания кванта, индикатриса рассеяния. Вектор-параметр Стокса. Закон Бугера -Ламберта. Решение уравнения переноса излучения.

Раздел 3. Спектры атмосферных газов. Контур и ширина линий. Уширение в результате столкновений и доплер-эффекта. Структура вращательных и колебательно-вращательных спектров. Вращательные, колебательно-вращательные и электронно-колебательно-вращательные полосы и континуумы атмосферных газов. Атмосферные окна прозрачности. Функции поглощения атмосферных газов.

Раздел 4. Рассеяние частицами и молекулами. Оптические свойства частиц (показатели преломления и поглощения) и зависимость их от размера частицы и частоты излучения. Релеевское рассеяние, индикатриса рассеяния, поляризация рассеянного света. Зависимость количества рассеянной от длины волны и объёма частицы. Определение факторов эффективности ослабления рассеяния и поглощения. Индикатриса рассеяния для больших частиц. Оптические явления на каплях и ледяных кристаллах (ореол, дифракционные венцы, гало, радуга, gloria).

Раздел 5. Аэрозоль. Распределение частиц по размерам. Источники аэрозоля. Химический состав аэрозолей. Распределение аэрозоля по высоте. Серебристые облака, полярные стратосферные облака. Аэрозольное и молекулярное ослабление света в реальной атмосфере, зависимость коэффициента ослабления от длины волны, закон Ангстрема. Цвет неба. Индикатриса рассеяния реальной атмосферы.

Раздел 6. Оптические характеристики поверхностей. Альbedo подстилающей поверхности (вода, суша), облаков и Земли как планеты. Освещённость и суточная сумма прихода солнечного излучения на поверхность Земли в случае отсутствия атмосферы. Поляризационные характеристики отражения. Атмосферная рефракция. Уравнение траектории луча. Эффекты астрономической и земной рефракции. Миражи.

Раздел 7. Рассеянное солнечное излучение. Однократное и многократное рассеяние. Методы решения уравнения переноса излучения. Освещённость земной поверхности, вклад в нее прямого и рассеянного излучения, зависимость освещённости от альbedo, вытянутости индикатрисы рассеяния, оптической толщины и зенитного угла солнца. Поляризация рассеянного света.

Раздел 8. Уравнение переноса собственного теплового излучения. Полосы поглощения, ответственные за перенос собственного излучения. Интенсивности линии и полосы. Кинетическое уравнение заселённости состояний молекулы. Локальное термодинамическое равновесие (ЛТР) для поступательных, колебательных и вращательных степеней свободы молекул. Нарушение ЛТР и влияние этого нарушения на перенос теплового излучения атмосферы.

Раздел 9. Функции пропускания атмосферы, их роль при решении прямых и обратных задач. Приближенные методы теории переноса теплового излучения - модели полос поглощения, k - метод, фактор диффузности, пропускание смеси газов.

Раздел 10. Прямые и обратные задачи атмосферной оптики. Различные типы обратных задач атмосферной оптики. Дистанционные методы измерений атмосферных параметров. Классификация дистанционных методов по различным признакам. Блок-схема дистанционных измерений. Роль априорной информации при решении обратных задач атмосферной оптики. Различные типы априорной информации при решении обратных задач.

Раздел 11. Определение характеристик газового состава атмосферы. Полосы поглощения атмосферных газов в различных областях спектра. Определение общего содержания озона - метод Добсона и метод Гуцина. Определение характеристик газового состава атмосферы по измерениям прозрачности атмосферы в ИК области. Факторы, определяющие точность дистанционного метода.

Раздел 12. Формулировка физико-математической модели дистанционных измерений в тепловой области спектра. Определение температуры подстилающих поверхностей. Методы учета влияния атмосферы при определении температуры подстилающих поверхностей. Определение вертикального профиля температуры атмосферы. Дистанционный метод определения характеристик газового состава атмосферы.

Раздел 13. Формулировка физико-математической модели дистанционных измерений по рассеянному и отраженному излучению. Определение вертикального профиля и общего содержания озона. Наземный метод определения вертикального профиля и общего содержания озона. Определение аэрозольных характеристик атмосферы. Поляризационный метод определения содержания озона и характеристик аэрозольного состояния атмосферы.

Раздел 14. Активные методы дистанционного зондирования атмосферы и поверхности - лазерное и радиолокационное зондирование. Уравнение радиолокации и лидарное уравнение. Пространственное разрешение методов. Методы определения температуры, газового и аэрозольного состава атмосферы, поля ветра.

Раздел 15. Уравнение неразрывности. Уравнение движения (формы записи Эйлера и Рейнольдса). Объёмные и поверхностные силы, действующие в атмосфере. Тензор вязких напряжений и сила молекулярной вязкости. "Сила инерции". Сила Кориолиса.

Раздел 16. Уравнение сохранения энергии и его представление в виде уравнения притока тепла. Сухо и влажно-адиабатические процессы и соответствующие им градиенты

температуры. Потенциальная температура. Термодинамический критерий устойчивости атмосферы для элемента среды. Частота Брента-Вяисяля.

Раздел 17. Турбулентные пульсации скорости, температуры, плотности и давления в атмосфере. Полуэмпирическая теория Прандтля в турбулентности и пределы ее применимости. Путь смешения, коэффициент турбулентности. Уравнение неразрывности в турбулизованной среде. Уравнение диффузии в турбулизованной среде, турбулентный поток примеси. Тензор турбулентных напряжений. Сила турбулентного трения. Турбулентный поток и приток тепла. Равновесный градиент температуры Полуэмпирическая теория Прандтля в турбулентности и пределы ее применимости.

Раздел 18. Уравнение баланса кинетической энергии осреднённого движения. Уравнение баланса турбулентной энергии в общем виде, используемое в атмосферных задачах. Работа сил плавучести. Критерии Рейнольдса и Ричардсона возникновения и развития турбулентных пульсаций. Применение критериев устойчивости к интерпретации пространственного распределения интенсивности турбулентности в атмосфере. Турбопауза.

Раздел 19. Статистическое описание турбулентности. Моменты. Лагранжевы и Эйлеровы коэффициенты корреляции. Автокорреляция и взаимные корреляционные функции. Макро- и микро-масштабы времени и длины. Метод Лагранжа в турбулентной диффузии, связь среднеквадратичного отклонения частицы с коэффициентом корреляции, зависимость среднеквадратичного отклонения от времени в предельных случаях. Связь дисперсии расплывания облака частиц с коэффициентом диффузии.

Раздел 20. Спектр турбулентности. Спектральная функция. Определение максимального и минимального размера турбулентных вихрей на основе критических чисел Рейнольдса и Ричардсона. Классификация турбулентных неоднородностей в несжимаемой и сжимаемой средах. Закон Колмогорова-Обухова и закон пяти третых Колмогорова.

Раздел 21. Классификация атмосферных движений по методу теории подобия. Условие стационарности движений. Определения планетарного пограничного слоя, поверхностного слоя и свободной атмосферы. Условие выполнения приближения горизонтальной однородности, число Россби. Ветры в свободной атмосфере. Геострофический ветер и его изменение с высотой, понятие термического ветра. Зональная циркуляция и её широтно-сезонно-высотный ход. Циклострофический ветер. Движение воздушных масс в циклонах и антициклонах.

Раздел 22. Вертикальный профиль ветра в пограничном слое, спираль Экмана. Замыкание системы уравнений для пограничного слоя. Теории подобия для пограничного слоя.

Раздел 23. Свободная термическая конвекция. Уравнения термической конвекции в приближении Бусинеска. Критическое число Релея. Свободная конвекция в атмосфере, обусловленная горизонтальным градиентом температуры: местные ветра (бризы и горно-долинные ветра), мусонная циркуляция, макромасштабные конвективные ячейки (циркуляция Хэдли).

Раздел 24. Наблюдения акустико-гравитационных волн (АГВ) в атмосфере. Линейная теория АГВ. Дисперсионные и поляризационные соотношения. Плотность энергии и ее потока для АГВ.

Раздел 25. Глобальные волны в атмосфере, их классификация и способы описания. Особенности глобальной волны на вращающейся планете (инерционный эффект). Собственные колебания атмосферы (волны Россби), их наблюдение. Формула их фазовой скорости волны

Раздел 26. Глобальные волны, генерируемые "внешним" источником. Солнечный и лунный приливы, их наблюдения и источники. Классификация приливных движений (классы, волновые семейства и моды). Линейная теория атмосферного прилива. Уравнение вертикальной структуры и приливное уравнение Лапласа для функций Хафа. Верхнее и нижнее граничные условия. Экваториальные инерционно-гравитационные волны. "Стационарные" планетарные волны.

Раздел 27. Бароклинная и баротропная неустойчивость зонального потока как причина циклонообразования на умеренных и высоких широтах. Режим циркуляции Россби и Хэдли. Опыты во вращающихся сосудах.

Раздел 28. Факторы теплового режима атмосферы. Лучистые притоки энергии (поглощение солнечного излучения, перенос собственного излучения атмосферы). Изменение температуры при адвекции тепла и холода и в адиабатическом процессе. Приток тепла за счет фотохимических процессов. Тепловой эффект фазовых переходов воды. Приток тепла за счёт диссипации мезо- и макро-движений. Приток тепла за счёт молекулярной и турбулентной/конвективной теплопроводности. Вентильный эффект.

Раздел 29. Объяснение основных особенностей вертикального распределения температуры в планетных атмосферах (тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера). Приближение лучистого равновесия. Парниковый эффект. Лучисто-конвективная модель. Тропопауза.

Раздел 30. Условия равновесия двухфазной и трёхфазной однокомпонентной термодинамической системы. Стабильные и нестабильные состояния. Поверхностное натяжение и свободная энергия "поверхностной фазы". Условия равновесия системы газ-заряженная капля. Уравнение Дж. Томсона. Образование и рост зародышевой капли в чистой газообразной фазе. Капли критического размера и вероятность их образования. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Упругость пара над растворами. Ядра конденсации, сублимации и кристаллизации и роль в образовании жидкой и твёрдой фаз воды.

Раздел 31. Изменение размера капель и кристаллов путём молекулярной диффузии водяного пара. Типы коагуляции капель. Коэффициенты соударения, слияния и захвата или коагуляции. Эффект дробления капель. Кинетическое уравнение для распределения капель по размерам. Уравнение водности. Микрофизические характеристики облаков и туманов.

Раздел 32. Процессы образования облаков и туманов и классификация их по генетическому признаку. Понятия воздушной массы и фронтальной поверхности. Общая

постановка задачи возникновения и развития облаков. Системы уравнений для слоистого и кучевого облаков.

Раздел 33. Механизм образования осадков из водяных и смешанных облаков. Искусственные воздействия на облака и туманы. Физические механизмы воздействия и их практическая реализация. Способы стимулирования термической конвекции.

Раздел 34. Грозное электричество. Заряды облачных капель и осадков. Пространственное распределение зарядов в грозном облаке. Грозовые разряды, молния и механизмы её развития.

Раздел 35. Полярные сияния, свечения ночного неба, дневное и сумеречное свечение. Их спектры, механизмы, высоты и критерии различения.

Раздел 36. Общие сведения о воде. Структура воды. Свойства воды (плотность и вязкость воды, тепловые, электрические, акустические и радиационные свойства воды, поверхностное натяжение и смачивание).

Раздел 37. Движение влаги в поровом пространстве. Характеристики порового пространства. Движение влаги в порах. Водоотдача и просачивание в мерзлых грунтах.

Раздел 38. Гидрооптические характеристики природной воды. Величины, используемые для описания оптических свойств воды. Характеристики, используемые для описания светового поля в природных водах. Глубина видимости белого диска и цветность воды.

Раздел 39. Факторы, определяющие оптические свойства природной воды. Влияние чистой воды, растворённых веществ и взвеси на оптические характеристики природной воды.

Раздел 40. Основные положения молекулярной оптики воды. Оптические константы. Молекулярное рассеяние света природной водой.

Раздел 41. Рассеяние света на частицах взвеси в природных водах. Интенсивность рассеянного света. Рассеяние поляризованного света. Предельные случаи больших и малых частиц. «Мягкие» частицы. Табулирование формул Ми. Рассеяние системой частиц.

Раздел 42. Оптические свойства природной воды. Поглощение частицами взвеси. Связь спектра взвеси со спектром вещества частиц. Поглощение клетками водорослей фитопланктона, терригенными частицами и детритом. Поглощение света водой. Рассеяние света природной водой.

Раздел 43. Определение характеристик дисперсной среды по светорассеянию. Метод флуктуаций интенсивности света для определения концентрации частиц в природной воде. Метод малых углов рассеяния для нахождения функции распределения частиц по размерам. Метод спектральной прозрачности и метод полной индикатрисы.

ВОПРОСЫ

для подготовки к вступительному экзамену

1. Структурные параметры атмосферы (давление, плотность, температура, молекулярный вес, концентрация частиц) и их единицы. Гомосфера и гетеросфера.
2. Основные определения: интенсивность, плотность, поток излучения, приток лучистой энергии. Коэффициенты ослабления и излучения. Закон Бугера -Ламберта.
3. Спектры атмосферных газов. Контур и ширина линий. Уширение в результате столкновений и доплер-эффекта.
4. Оптические свойства частиц (показатели преломления и поглощения) и зависимость их от размера частицы и частоты излучения. Определение факторов эффективности ослабления рассеяния и поглощения.
5. Аэрозоль, распределение частиц аэрозоля по размерам. Источники аэрозоля.
6. Оптические характеристики поверхностей. Альbedo подстилающей поверхности (вода, суша), облаков и Земли как планеты.
7. Однократное и многократное рассеяние. Поляризация рассеянного света.
8. Уравнение переноса собственного теплового излучения. Интенсивности линии и полосы поглощения.
9. Функции пропускания атмосферы, их роль при решении прямых и обратных задач.
10. Прямые и обратные задачи атмосферной оптики. Различные типы обратных задач атмосферной оптики.
11. Определение характеристик газового состава атмосферы. Полосы поглощения атмосферных газов в различных областях спектра.
12. Формулировка физико-математической модели дистанционных измерений в тепловой области спектра.
13. Формулировка физико-математической модели дистанционных измерений по рассеянному и отраженному излучению.
14. Уравнение радиолокации и лидарное уравнение.
15. Уравнение неразрывности. Уравнение движения (формы записи Эйлера и Рейнольдса). Сила Кориолиса.
16. Уравнение сохранения энергии и его представление в виде уравнения притока тепла.
17. Турбулентные пульсации скорости, температуры, плотности и давления в атмосфере. Путь смешения, коэффициент турбулентности.
18. Уравнение баланса турбулентной энергии в общем виде, используемое в атмосферных задачах. Критерии Рейнольдса и Ричардсона возникновения и развития турбулентных пульсаций.
19. Статистическое описание турбулентности. Автокорреляция и взаимные корреляционные функции.
20. Спектр турбулентности. Определение максимального и минимального размера турбулентных вихрей на основе критических чисел Рейнольдса и Ричардсона.
21. Классификация атмосферных движений по методу теории подобия. Ветры в свободной атмосфере.
22. Вертикальный профиль ветра в пограничном слое, спираль Экмана. Теории подобия для пограничного слоя.

23. Свободная термическая конвекция. Уравнения термической конвекции в приближении Бусинеска.
24. Наблюдения акустико-гравитационных волн (АГВ) в атмосфере. Дисперсионные и поляризационные соотношения.
25. Глобальные волны в атмосфере, их классификация и способы описания.
26. Глобальные волны, генерируемые "внешним" источником. Классификация приливных движений (классы, волновые семейства и моды).
27. Бароклинная и баротропная неустойчивость зонального потока как причина циклонообразования на умеренных и высоких широтах.
28. Факторы теплового режима атмосферы. Приток тепла за счет фотохимических процессов.
29. Объяснение основных особенностей вертикального распределения температуры в планетных атмосферах (тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера). Парниковый эффект.
30. Условия равновесия двухфазной и трёхфазной однокомпонентной термодинамической системы. Ядра конденсации, сублимации и кристаллизации и роль в образовании жидкой и твёрдой фаз воды.
31. Изменение размера капель и кристаллов путём молекулярной диффузии водяного пара. Кинетическое уравнение для распределения капель по размерам.
32. Процессы образования облаков и туманов и классификация их по генетическому признаку. Общая постановка задачи возникновения и развития облаков.
33. Механизм образования осадков из водяных и смешанных облаков. Искусственные воздействия на облака и туманы.
34. Грозовое электричество. Грозовые разряды, молния и механизмы её развития.
35. Полярные сияния, свечения ночного неба, дневное и сумеречное свечение.
36. Общие сведения о воде, структура и свойства воды.
37. Движение влаги в поровом пространстве. Характеристики порового пространства.
38. Гидрооптические характеристики природной воды. Величины, используемые для описания оптических свойств воды.
39. Факторы, определяющие оптические свойства природной воды. Влияние чистой воды, растворённых веществ и взвеси на оптические характеристики природной воды.
40. Основные положения молекулярной оптики воды. Оптические константы. Молекулярное рассеяние света природной водой.
41. Рассеяние света на частицах взвеси в природных водах. Предельные случаи больших и малых частиц.
42. Поглощение частицами водной взвеси. Поглощение клетками водорослей фитопланктона, терригенными частицами и детритом.
43. Определение характеристик дисперсной среды по светорассеянию. Метод малых углов рассеяния для нахождения функции распределения частиц по размерам.

**Критерии оценки знаний претендентов на поступление в аспирантуру
по направленности (профилю) 25.00.29 «Физика атмосферы и гидросферы»**

Оценка ответов претендентов на поступление в аспирантуру по направленности (профилю)
25.00.29 «Физика атмосферы и гидросферы» производится по пятибалльной шкале и
выставляется согласно критериям, приведенным в таблице.

Таблица

Критерии оценки ответов претендентов при поступлении в аспирантуру

Оценка	Критерии
Отлично	1. Ответы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. 2. Демонстрируются глубокие знания дисциплин по направленности. 3. Даны обоснованные ответы на дополнительные вопросы комиссии 4. Ответы хорошо аргументированы, при ответах использованы знания, приобретённые ранее.
Хорошо	1. Ответы на поставленные вопросы в билете излагаются систематизировано и последовательно. 2. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. 3. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия. 4. Допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов.
Удовлетворительно	1. Допускаются нарушения в последовательности изложения при ответе. 2. Демонстрируются поверхностные знания дисциплин по направленности. 3. Имеются затруднения с выводами. 4. Определения и понятия даны нечётко.
Неудовлетворительно	1. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. 2. Не даны ответы на дополнительные вопросы комиссии. 3. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Stephens G.L. Remote Sensing of the Lower Atmosphere. An Introduction. New York, Oxford. Oxford University Press. 1994. - 523 p.
2. Алексеевский Н.И. Гидрофизика. М. Изд. Академия, 2006.
3. Башаринов А.Е., Гурвич А.С., Егоров С.Т. Радиоизлучение ЗЕМЛИ КАК ПЛАНЕТЫ, М. Наука. 1974. - 188 с.
4. Гандин Л.С. и др. Основы динамической метеорологии. Гидрометеиздат. 1955.
5. Геофизика. Околосферное космическое пространство. Мир. 1964.
6. Гуди Р.М. Атмосферная радиация. 1. Основы теории. Мир. М., 1966.
7. Гуди Р.М. Атмосферная радиация. Основы теории. Мир. 1966.
8. Гуди Р.М. Атмосферная радиация. Основы теории. Мир. 1966.

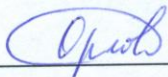
9. Дейрменджан Д. Рассеяние электромагнитного излучения сферическими полидисперсными частицами. М. Мир. 1971ю 165 с.
10. Ерлов Н.Г. Оптика моря. Л.: Гидрометеиздат. 1980.
11. Иванов А.П. Физические основы гидрооптики. Минск: Наука и техника, 1975.
12. Кароль И.Л., Розанов В.В., Тимофеев Ю.М. Газовые примеси в атмосфере. Л. Гидрометеиздат. 1983. 192 с.
13. Коган М.Н. Динамика разреженного газа. Наука. М., 1967.
14. Кондратьев К.Я. Тимофеев Ю.М. Метеорологическое зондирование атмосферы из космоса
15. Кондратьев К.Я., Тимофеев Ю.М. Термическое зондирование атмосферы со спутников
16. Космическая физика. Мир. 1966.
17. Ку-Нан Лиоу. Основы радиационных процессов в атмосфере. Л.: Гидрометеиздат. 1984. 376 с.
18. Лазерный контроль атмосферы. Под ред. Э.Дэ Хинкли. М. Мир. 1979. - 416 с.
19. Лайхтман Д.Л. Физика пограничного слоя атмосферы. Гидрометеиздат. Л. 1961.
20. Ламли Дж., Пановский Г. Структура атмосферной турбулентности. Мир. М., 1966.
21. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика сплошных сред. ГИТТЛ. М., 1954.
22. Малкевич М.С. Оптические исследования атмосферы со спутников. М. Наука. 1973. 303 с.
23. Матвеев Л.Т. Основы общей метеорологии. Физика атмосферы. Гидрометеиздат.1965.
24. Матвеев Л.Т. Основы общей метеорологии. Физика атмосферы. Гидрометеиздат. Л., 1965.
25. Межерис Р. Лазерное дистанционное зондирование. М. Мир. 1987. - 550 с.
26. Месси Х.С., Бонд Р.Л. Верхняя атмосфера. Гидрометеиздат. 1962.
27. Минин И.Н. Теория переноса излучения в атмосферах планет. М., Наука. 1988. 264 с.
28. Митра С.К. Верхняя атмосфера. ИИЛ. 1955.
29. Митра С.К. Верхняя атмосферы. ИЛ.1955.
30. Николе М. Аэрномия. Мир. 1964.
31. Пинус Н.З., Шметер С.М. Аэрология ч. 2. Гидрометеиздат. 1965
32. Сазонов Б.И. Высотные барические образования и солнечная активность. Гидрометеиздат. 1964.
33. Соболев В.В. Перенос лучистой энергии в атмосферах звёзд и планет. ГИТТЛ. 1965.
34. Солнечная активность и изменения климата. Гидрометеиздат. 1966.
35. Солнечно~ земная физика. Мир. 1968.
36. Степаненко В.Д., Радиолокация в метеорологии. Л. Гидрометеиздат. 1973. -343 с.
37. Татарский В.И. Распространение волн в турбулентной атмосфере. Наука. М., 1967.
38. Тверской П.Н. Курс метеорологии (физика атмосферы). Гидрометеиздат. 1962.
39. Тверской П.Н. Курс метеорологии. Гидрометеиздат. М. 1963.
40. Тимофеев Ю.М., Васильев А.В. Теоретические основы атмосферной оптики. Наука, Л., 2003.
41. Турчин В.Ф., Козлов В.П., Малкевич М.С. Использование методов математической статистики для решения некорректных задач. УФН. 1970.т. 102, N 3 с. 33-55
42. Успехи физических наук. Т. 87. вып. 3. 1965. две статьи Кахилла: Т.89. вып. 4. 1966, статья Акасофу и О'Брайена.
43. Хвосчиков И.А. Высокие слои атмосферы. Гидрометеиздат. 1964.
44. Хинце И.О. Турбулентность. ГИФМЛ. М., 1963.

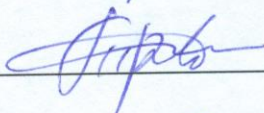
45. Хргиан А.Х. Физика атмосферы. ГИФЛМ, 1958.
46. Хргиан А.Х. Физика атмосферы. ГИФМЛ. М., 1958.
47. Чемберлен Дж. Физика полярных сияний и излучения атмосферы. ИИЛ. 1963.
48. Чемберлен Дж. Физика полярных сияний и излучения атмосферы. ИЛ. 1963.
49. Шифрин К.С. Введение в оптику океана. Л.: Гидрометеоздат. 1983.
50. Эккарт К. Гидродинамика океана и атмосферы. ИИЛ. 1963.
51. Яновский В.М. Земной магнетизм. ч. 1, Л. Изд. ЛГУ, 1964.


Разработчик:  _____ д-р физ.-мат. наук, проф. В.И. Букатый

Согласовано:

Зам. директора по НР, канд.биол. наук, доц.  _____ Д.М. Безматерных

Ответственный за направление,
д-р геогр. наук, проф.  _____ Б.А. Красноярова

Ученый секретарь, канд. физ.-мат. наук  _____ Д.Н. Трошкин

Начальник ОК  _____ Э.Г. Сыргулева