

ФАНО России

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт мониторинга климатических и экологических систем
Сибирского отделения Российской академии наук

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИМКЭС СО РАН, д.ф.-м.н.
Крутиков В.А.
«2» *Сентября* 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.3 АТМОСФЕРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Трудоемкость в зачетных единицах – 2

Наименование подготовки: 05.06.01 Науки о земле (уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Направленность (профиль) подготовки: 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

г. Томск
2015

1. Цели изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Атмосферное электричество» является формирование основ фундаментальных знаний в области атмосферного электричества, умений и навыков использования методов и средств оценки электрического состояния атмосферы.

Для достижения поставленной цели необходимо:

- сформировать у аспирантов представление об основных электрических и электрофизических процессах, протекающих в атмосфере и околоземном космическом пространстве, об истории развития исследований атмосферного электричества и роли этих исследований в природе и обществе;
- сформировать у аспирантов углубленные профессиональные знания и представления об теоретических и экспериментальных методах, применяемых в исследованиях по атмосферному электричеству;
- подготовить аспирантов к практическому применению полученных знаний при проведении конкретных исследований в области физики атмосферы, связанной с атмосферным электричеством.

2. Место учебной дисциплины в структуре основной образовательной программы подготовки кадров высшей квалификации

Учебная дисциплина «Атмосферное электричество» входит в вариативную часть основной образовательной программы, соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (далее ФГОС ВО) по направлению 05.06.01 Науки о Земле, направленность (профиль) подготовки: 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы. Эта дисциплина имеет логические и содержательно-методические взаимосвязи с дисциплинами соответствующего направления.

Курс имеет фундаментально-прикладной характер. В качестве теоретической основы выступают фундаментальные дисциплины: «Радиационный режим атмосферы», «Циркуляционные процессы в атмосфере», «Тепловой и газовый обмен на границе почва-атмосфера», «Физика верхней атмосферы и околоземного космического пространства», «Методология мониторинга климатических систем и опасных метеорологических процессов и явлений».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенными с планируемыми результатами освоения ООП

В результате освоения дисциплины аспирант должен обладать следующими *универсальными компетенциями*:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).

В результате освоения дисциплины аспирант должен обладать следующими *общепрофессиональными компетенциями*:

– способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1).

В результате освоения дисциплины аспирант должен обладать следующими *профессиональными компетенциями*:

- способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по Физике атмосферы и гидросферы (ПК-2);

- способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к

содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по Физике атмосферы и гидросферы (ПК-4);

- способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по Физике атмосферы и гидросферы (ПК-5);

Аспирант, освоивший содержание дисциплины в рамках планируемых результатов обучения должен.

знать:

- 1) современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности;
- 2) научных исследований в области физики атмосферы и гидросферы;
- 3) особенности проведения лабораторных и вычислительных исследований;
- 4) новейшие методы и достижения физики атмосферы и гидросферы и климатологии;
- 5) Основные методы оценивания величин потоков радиации, тепла и малых газовых составляющих между почвой и атмосферой;
- 6) методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

уметь:

- 1) выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования;
- 2) самостоятельно планировать и организовывать работу по исследованиям в области физики атмосферы и гидросферы;
- 3) применять полученные знания для решения конкретных научно-практических, производственных и исследовательских задач в области физики атмосферы и гидросферы;
- 4) самостоятельно работать со специальной научной литературой, связанной с проблемами оценки величин потоков радиации, тепла и малых газовых составляющих между почвой и атмосферой;
- 5) анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов;
- 6) при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений.

владеть:

- 1) навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований;
- 2) навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов;
- 3) навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности;
- 4) теоретическими основами исследований и применять их на практике;
- 5) методами сбора и обработки мониторинговых данных;
- 6) практическими навыками применения методов и достижений физики атмосферы и гидросферы и климатологии;

- 7) навыками осуществления теоретической и экспериментальной научно-исследовательской деятельности в области оценки величин потоков радиации, тепла и малых газовых составляющих между почвой и атмосферой;
- 8) навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- 9) навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

Карта компетенций и критерии оценивания уровня сформированности компетенций приведены в Приложении 1 к основной образовательной программе высшего образования по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 05.06.01 Науки о земле, направленность (профиль) подготовки 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы.

4. Общая трудоемкость дисциплины (2 зачётных единицы) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (в соответствии с учебным планом) (час.)
Аудиторные занятия	
Лекции	10
Практические работы	
Семинары	4
Лабораторные работы	8
Другие виды аудиторных работ	
Другие виды работ	
Самостоятельная работа	50
Всего:	72
Формы текущего контроля	коллоквиум
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом	зачет

5. Содержание программы учебной дисциплины

5.1. Содержание учебной дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Аудиторные часы (час.)				Самостоятельная работа (час)
		Всего	Лекции	Практические (семинары)	Лабораторные работы	
1.	Введение в курс «Атмосферное электричество»	1	1			4
2.	Глобальная электрическая цепь (ГЭЦ).	8	2	2	4	8
3.	Атмосферный аэрозоль.	4			4	8
4.	Электризация в атмосфере и её механизмы.	3	3			10
5.	Моделирование электрических процессов в атмосфере.	4	2	2		10
6.	Электрооптические явления в атмосфере.	2	2			10
	Итого:	22	10	4	8	50

5.2. Содержание разделов дисциплины

5.2.1. Введение в курс «Атмосферное электричество». Цели и задачи курса, его структура. Основные определения и понятия. Электрические свойства микросистем. Электрические мультиполи. Потенциал системы зарядов. Индуцированный дипольный момент. Ориентационная, упругая и релаксационная поляризуемости. Краткий исторический обзор исследований атмосферного электричества в России и за рубежом. Современные и перспективные направления исследований по проблеме «Атмосферное электричество».

5.2.2. Глобальная электрическая цепь (ГЭЦ). Основные электрические характеристики окружающей среды. Электропроводность. Подвижность носителей заряда. Основные ионизаторы атмосферы. Естественный радиационный фон Земли и ионизирующие излучения. Условия ионного равновесия. Плотность электрического тока. Природа и основные свойства глобальной электрической цепи. Баланс электрических токов в атмосфере (токи с острий (тихие разряды), токи осадков, ток грозовых разрядов, горизонтальные токи). Унитарная вариация электрического поля. Планетарное распределение грозовой активности. Фронтальные и внутримассовые грозы. Многолетние, годовые и суточные вариации электрических величин. Нестационарные вариации электрических величин в атмосфере. Классический электродный эффект. Согласованные изменения напряжённости электрического поля и полярных электропроводностей. Электродный эффект в турбулентной атмосфере. Спектральный состав вариаций напряжённости электрического поля. Связь между напряжённостью электрического поля и другими атмосферно-электрическими и метеорологическими величинами. Способы измерений атмосферно-электрических величин и аппаратура.

5.2.3. Атмосферный аэрозоль. Происхождение атмосферного аэрозоля. Источники аэрозоля. Характеристики индивидуальных частиц. Форма аэрозольных частиц. Комплексный показатель преломления аэрозольных частиц. Распределение аэрозольных частиц по размерам (распределение Юнге, нормальное, гамма-, логнормальное распределения). Движение частиц в воздушных потоках. Осаждение аэрозольных частиц. Конденсационный рост частиц. Коагуляционный рост частиц. Диффузионное заряджение облачных частиц. Коагуляционный рост заряда облачных частиц. Процессы укрупнения облачных частиц и образования осадков. Взаимодействие аэрозолей и облаков. Механизмы воздействия аэрозолей и облаков на климат.

5.2.4. Электризация в атмосфере и её механизмы. Электричество слоистообразных облаков. Строение и фазы жизни грозового облака. Разделение зарядов в мощных конвективных облаках, последовательность пространственного разделения зарядов при превращении кучевого облака в грозовое. Мезомасштабные конвективные системы и мезомасштабные конвективные комплексы. Электризация вулканических выбросов. Основные типы молниевых разрядов. Внутриоблачные и межоблачные разряды, разряды облако-земля. Линейный молниевый разряд. Формирование токопроводящих каналов – стримеров в канале молнии. Электрооптические явления в средней атмосфере (спрайты, спрайтовое гало, эльфы, тролли, голубые джеты, гигантские джеты, голубые стартеры). Электрооптические явления вблизи поверхности Земли (огни Святого Эльма, свечение неба перед сильными землетрясениями, шаровые молнии, «курильский свет», молнии Кататумбо). Возбуждение электромагнитных волн в радиодиапазоне. Атмосферика.

5.2.5. Моделирование электрических процессов в атмосфере. Основные уравнения, описывающие электрические поля в атмосфере. Напряжённость электрического поля в атмосфере, обусловленная системой зарядов. Напряжённость поля от элементарных зарядов. Электрические разряды в атмосфере и пробой на убегающих электронах. Механизмы генерации объёмных зарядов в мезомасштабных конвективных системах. Модели глобальной электрической цепи. Модель Вильсона. Модель Френкеля. Модель Робла – Хейса. Электрические токи в атмосфере и внутриатмосферные источники (генераторы) ГЭЦ. Внеатмосферные источники, поддерживающие ГЭЦ. Электрические явления в верхней тропосфере и средней атмосфере. Инициация электрических разрядов в средней атмосфере. Изменение состава атмосферы. Модели электродинамического состояния приземного слоя

атмосферы. Моделирование электрического состояния приземного слоя. Модели классического электродного эффекта. Модельное описание турбулентного электродного эффекта. Нестационарные модели электродного слоя. Антропогенное воздействие на электрическое состояние атмосферы. Аэроэлектрические структуры приземной атмосферы.

5.2.6. Электрооптические явления в атмосфере. Ориентация частиц в электростатическом поле. Влияние постоянного электрического поля на поляризацию рассеянного света аэрозолями. Просветление аэродисперсной среды в электрическом поле. Физические основы электрооптического соотношения. Электрооптические явления в импульсном электрическом поле. Электрооптическое соотношение в камере искусственных сред. Электрооптические явления в аэрозольной атмосфере. Электрооптическое соотношение для условий хорошей погоды (видимый и инфракрасный диапазоны). Электрооптическое соотношение в условиях городского зимнего смога. Электрооптические явления во время летних лесных пожаров. Использование электрооптического соотношения для определения напряженности поля лидарным методом. Оценки напряженности электрического поля лидаром в морской атмосфере.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература по дисциплине

Морозов В.Н. Математическое моделирование атмосферно-электрических процессов с учётом влияния аэрозольных частиц и радиоактивных веществ. – СПб.: изд. РГГМУ, 2011. – 253 с.

Донченко В.А. Атмосферная электрооптика / В. А. Донченко [и др.]. – Томск. Изд-во НТЛ. – 2010. – 218 с.

Кашлева Л.В. Атмосферное электричество. – С.-Пб.: Изд. РГГМУ. – 2008. – 116 с.

Хромов С.П. Метеорология и климатология / С. П. Хромов, М. А. Петросянц; МГУ им. М. В. Ломоносова. — 7-е изд. — М.; М.: Издательство МГУ: Наука, 2006. — 581 с.

6.2. Дополнительная литература

Ветров А.Л. Трансформация доступной потенциальной энергии в циклонах вследствие фазовых переходов воды / под ред. Н. А. Калинина; Пермский государственный университет. – Пермь: Перм. ун-т, 2007. — 99 с. 7.

Захаровская Н.Н., Ильинич В.В. Метеорология и климатология. – М.: Колосс, 2005.

Любушин А.А. Анализ данных систем геофизического и экологического мониторинга. – М.: Наука. 2007.

Региональный мониторинг атмосферы. Ч. 3. Уникальные измерительные комплексы / под ред. М.В. Кабанова. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998.

Теория мезомасштабной турбулентности. Вихри атмосферы и океана: монография / Под ред. Г. С. Голицына. — М.; Ижевск: Ин-т компьютер. исслед., 2010.

Яковлева В.С. Инструментальные методы радиационных измерений : учебное пособие. — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 168 с.

Atmosphere and climate: studies by occultation methods / Eds.: U. Foelsche et al. — Berlin; Heidelberg; New York: Springer, 2006.

Sen, Zekai. Solar energy fundamentals and modeling techniques: atmosphere, environment, climate change and renewable energy. — London: Springer, 2008.

Журналы:

Доклады Академии наук

Геомагнетизм и аэрономия

Космические исследования

Труды ГГО

Изв. РАН Физика атмосферы и океана

Изв. ВУЗов Физика

Оптика атмосферы и океана
Метеорология и гидрология
Journal of the Geophysical Research. Ser. D
Реферативный журнал Геофизика

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимые для освоения дисциплины

Электронные библиотечные системы:

Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru/>

Архив журнала Science [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sciencemag.org/content/by/year#classic>

Архивы журналов издательства Oxford University Press [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oxfordjournals.org/>

Архив научных журналов SAGE Journals Online [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://online.sagepub.com/>

Электронные издательства Springer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://link.springer.com/>

Специализированные электронные источники состояния и динамики атмосферно-электрических величин:

Геофизический Центр МЦД по СЗФ РАН <http://www.wdcb.ru/stp/index.ru.html>

Институт Земного Магнетизма, Ионосферы и Распространения Радиоволн РАН /ИЗМИРАН/ <http://www.izmiran.rssi.ru/>

Институт космофизических исследований и аэронауки СО РАН, Якутск /ИКФИА/ <http://ikfia.ysn.ru/>

Институт космофизических исследований и распространения радиоволн (ИКИР) ДВО РАН (Камчатка) <http://www.ikir.ru/>

Геофизическая Обсерватория "Борок" <http://www.brk.adm.yar.ru/>

Институт прикладной физики РАН <https://www.iapras.ru/>

Институт Солнечно-Земной Физики СО РАН, Иркутск <http://iszf.irk.ru/>

Отдел геофизики ААНИИ <http://www.aari.nw.ru/clgmi/geophys/index.htm>

Институт прикладной геофизики Росгидромета <http://www.geospace.ru/>

Полярный геофизический институт КНЦ РАН /ПГИ/ http://www.kolasc.net.ru/pgi_r/

6.4. Рекомендации по использованию информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

При изучении дисциплины «Атмосферное электричество» используются современные информационные технологии, позволяющие читать лекции с применением информационно-коммуникационных технологий, облегчающих понимание темы или вопроса. Так, например, используются презентации, демонстрация анимационных роликов, иллюстрирующих, например, последствия процессов нерационального использования природных ресурсов. Часть лекционного материала и материалов семинарских занятий доступны через сеть Интернет, режим доступа к которым сообщается лектором; подобное самостоятельное обучение развивает способности к поиску и отбору студентом требуемой информации в сети Интернет.

7. Методические рекомендации для аспирантов по освоению дисциплины

В ходе изучения дисциплины аспирантами должны быть усвоены основные понятия, методы, методология, принципы, современное состояние и тенденции развития данной области науки. При изучении курса особое внимание следует направить на освоение

практических навыков представления научных результатов академическому и бизнес-сообществу в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях, докладов на научно-практических мероприятиях различного уровня. Значительное внимание должно быть уделено освоению методов планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций.

Наряду с классическими технологиями обучения (лекции и самостоятельная подготовка) при изучении данной дисциплины применяются некоторые другие современные методы обучения:

- лекции с применением информационно-коммуникационных технологий;
- часть лекционного материала и материалов семинарских занятий доступны через сеть Интернет;
- режим собеседования с преподавателем, реализуемый через коллоквиумы, позволяет, кроме функции контроля, развить у аспирантов навыки профессиональной речи.

При изучении дисциплины «Атмосферное электричество» предусматривается написание реферативной работы. Реферативные материалы должны представлять письменную модель первичного документа – научной работы, монографии, статьи. Реферат может включать обзор нескольких источников и служить основой для доклада на определенную тему на семинарах, конференциях. Регламент озвучивания реферата - 7-10 мин.

Большое внимание в ходе обучения уделяется самостоятельной работе аспирантов. При этом виды самостоятельной работы предусматривают:

- сбор и изучение информации;
- анализ, систематизация и трансформация информации;
- отображение информации в необходимой форме;
- консультация у преподавателя.

В соответствии с учебным планом проводится зачет в конце 2-го года обучения. К итоговой аттестации допускаются аспиранты, прослушавшие курс лекций, выступившие с сообщениями на семинарах, выполнившие практические и контрольные работы.

8. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств определяется Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося, утвержденным в ИМКЭС СО РАН и включает в себя:

8.1. Вопросы и задания для самостоятельной работы, в том числе групповой самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа предусматривает, в основном, углубленное изучение конкретных разделов программы учебной дисциплины в области атмосферного электричества с целью самостоятельного развития профессиональных знаний и представлений об теоретических и экспериментальных методах, применяемых в исследованиях в этой области науки.

1. Объясните механизмы формирования ориентационной, упругой и релаксационной поляризуемости?
2. Ознакомьтесь с методами определения напряженности поля от электрического мультиполя. Как определяется потенциал системы зарядов?
3. Охарактеризуйте естественный радиационный фон Земли и ионизирующие излучения.
4. Рассмотрите природу и основные свойства глобальной электрической цепи.
5. Охарактеризуйте нестационарные вариации электрических величин в атмосфере.
6. Каковы особенности электродного эффекта в турбулентной атмосфере?

7. Какие связи между напряженностью электрического поля и другими атмосферно-электрическими и метеорологическими величинами вам известны?
8. Опишите способы измерений атмосферно-электрических величин и используемую аппаратуру.
9. Каковы особенности напряженности электричество слоистообразных облаков?
10. Рассмотрите строение и фазы жизни грозового облака.
11. Чем отличаются мезомасштабные конвективные системы от мезомасштабных конвективных комплексов?
12. Как происходит формирование токопроводящих каналов – стримеров в канале молнии?
13. Дайте характеристику электрооптическим явлениям в средней атмосфере.
14. Охарактеризуйте основные источники аэрозоля и дайте характеристику индивидуальным частицам.
15. Опишите процесс осаждения аэрозольных частиц.
16. Как происходит коагуляционный рост частиц?
17. Опишите физические механизмы воздействия аэрозолей и облаков на климат.
18. Определите напряженность электрического поля в атмосфере, обусловленную системой зарядов.
19. Представьте механизмы генерации объёмных зарядов в мезомасштабных конвективных системах.
20. Дайте описание основных моделей глобальной электрической цепи.
21. Рассмотрите основные внутриатмосферные источники (генераторы) ГЭЦ.
22. Дайте краткую характеристику основным моделям классического электродного эффекта.
23. Какие физические процессы учитывают нестационарные модели электродного слоя?
24. Опишите физические механизмы формирования аэроэлектрических структур приземной атмосферы.
25. В чем заключаются физические основы электрооптического соотношения?
26. Дайте характеристику электрооптическим явлениям в аэрозольной атмосфере.
27. Рассмотрите электрооптическое соотношение для условий городского зимнего смога.
28. Каковы особенности электрооптических явлений во время летних лесных пожаров.

8.2. Вопросы для самопроверки, диалогов, обсуждений, дискуссий, экспертиз

1. В чем заключается сущность ориентационной, упругой и релаксационной поляризуемостей?
2. Какими факторами определяется электропроводность и подвижность носителей заряда?
3. Опишите физические механизмы электропроводности атмосферы и подвижность носителей заряда.
4. Дайте характеристику компонент электрического тока в атмосфере.
5. Представьте механизм формирования унитарной вариации электрического поля.
6. Дайте описание планетарного распределения грозовой активности.
7. Каковы характерные особенности фронтальных и внутримассовых гроз.
8. Опишите спектральный состав вариаций напряженности электрического поля.
9. Рассмотрите процессы разделения зарядов при превращении кучевого облака в грозовое.
10. Дайте описание основных типов молниевых разрядов.
11. Представьте характеристики электрооптических явлений в приземной атмосфере.

12. Каково происхождение атмосферного аэрозоля.
13. Как происходит движение аэрозольных частиц в воздушных потоках.
14. Опишите физические процессы, приводящие к конденсационному росту частиц.
15. Рассмотрите диффузионное зарядение и коагуляционный рост заряда облачных частиц.
16. Опишите физические процессы, происходящие при взаимодействии аэрозолей и облаков.
17. Рассмотрите механизмы осуществления электрических разрядов в атмосфере и пробоя на убегающих электронах.
18. Перечислите основные внеатмосферные источники, поддерживающие ГЭЦ.
19. Каковы основные электрические явления в верхней тропосфере и средней атмосфере?
20. Дайте краткую характеристику моделям турбулентного электродного эффекта.
21. Опишите процессы, обуславливающие ориентацию частиц в электростатическом поле.

8.3. Перечень вопросов для промежуточной аттестации

1. Каким образом формируется ориентационная, упругая и релаксационная поляризуемости среды?
2. Перечислите основные компоненты электрического тока в атмосфере.
3. Чем определяется подвижность носителей заряда и электропроводность?
4. Опишите механизм формирования унитарной вариации электрического поля.
5. Как формируется естественный радиоактивный фон Земли.
6. Представьте основные свойства глобальной электрической цепи.
7. В чем заключаются особенности электродного эффекта в турбулентной атмосфере?
8. Какие связи существуют между напряженностью электрического поля и другими атмосферно-электрическими и метеорологическими величинами?
9. Дайте описание способов измерений атмосферно-электрических величин.
10. Рассмотрите строение и фазы жизни грозового облака.
11. В чем отличие мезомасштабных конвективных систем от мезомасштабных конвективных комплексов?
12. Опишите формирование токопроводящих стримеров в канале молниевых разрядов?
13. Каковы основные источники аэрозоля в атмосфере.
14. Какие источники атмосферного аэрозоля в районах с континентальным и морским климатом вам известны.
15. Представьте закономерности движения аэрозольных частиц в воздушных потоках.
16. Какие физические процессы приводят к конденсационному росту частиц?
17. Рассмотрите коагуляционный рост заряда облачных частиц.
18. Опишите процесс осаждения аэрозольных частиц.
19. Как происходит коагуляционный рост частиц?
20. В чем заключаются механизмы воздействия аэрозолей и облаков на климат.
21. Каковы механизмы генерации объёмных зарядов в мезомасштабных конвективных системах.
22. Представьте описание модели глобальной электрической цепи.
23. Каковы закономерности распределения планетарной грозовой активности.
24. В чем заключаются основные отличия фронтальных гроз от внутримассовых.
25. Какие основные типы молниевых разрядов вам известны. Дайте их описание.
26. Опишите внутриатмосферные источники (генераторы), поддерживающие ГЭЦ.
27. Представьте основные модели классического электродного эффекта.

28. Как формируются аэроэлектрические структуры приземной атмосферы.
29. Каковы физические основы электрооптического соотношения?
30. Как электрооптическое соотношение реализуется в условиях городского зимнего смога.
31. Опишите электрооптические явления, зарегистрированные во время летних лесных пожаров.
32. Какие электрооптические явления в приземной атмосфере вам известны.
33. В чем суть пробоя атмосферы на убегающих электронах.
34. Дайте описание внеатмосферным источникам, поддерживающим ГЭЦ.
35. Опишите электрические явления в верхней тропосфере и средней атмосфере?
36. Дайте краткую характеристику моделям турбулентного электродного эффекта.
37. Какими процессами обусловлена ориентация частиц в электростатическом поле.

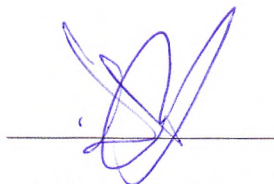
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При освоении дисциплины «Атмосферное электричество» используется библиотечный фонд ИМКЭС СО РАН и других институтов ТНЦ, в том числе отечественным и зарубежным периодическим изданиям и сети Интернет. По всем разделам дисциплины подготавливаются презентации лекций и семинаров, имеется соответствующее мультимедийное оборудование. Проведение практических работ обеспечивается наличием приборного комплекса лабораторий ИМКЭС СО РАН, базы учебной литературы.

Рабочая программа составлена на основании:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.06.01 Науки о земле, утвержденного Приказом Министерства образования и науки РФ № 870 от 30.07.2014 г.;
- паспорта специальности научных работников ВАК 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы.

Рабочую программу составил:
в.н.с. ЛФКС ИМКЭС СО РАН,
д.ф.-м.н., проф.



П.М. Нагорский

Рабочая программа рассмотрена и рекомендована к утверждению решением Ученого совета
ИМКЭС СО РАН. Протокол УС ИМКЭС СО РАН № 8 от 02.07 2015 г.