

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 » 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.1 ТЕПЛОВОЙ И ГАЗОВЫЙ ОБМЕН ПОЧВЫ С АТМОСФЕРОЙ

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 г.

1. Цели изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Тепловой и газовый обмен почвы с атмосферой» является формирование у аспирантов основ знаний по закономерностям распространения тепла в почве, факторам влияющим на распределение температуры в почве, газовому составу и режиму минеральных и органических почв, умений и навыков изучения потоков тепла и малых газовых составляющих между почвой и атмосферой.

Для достижения поставленной цели необходимо:

- дать представление об объекте, предмете, теории и современных методах исследования температурного и газового режима почв;
- познакомить аспирантов с современным оборудованием для мониторинга и математического моделирования температурного и газового режима почв;
- дать представление о методах оценки глобальной роли почвенного покрова в регулировании состава и состояния атмосферы.

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

Учебная дисциплина «Тепловой и газовый обмен почвы с атмосферой» 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 интегрально-прикладной характер. В качестве теоретической основы выступают фундаментальные дисциплины: «Математика», «Физика», «Почвоведение», «Агроклиматология», «Физика почв», «Метеорология».

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

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

– готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

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

- способностью выполнять информационный поиск, анализ и обобщение научно-технической информации по объектам фундаментальных и прикладных исследований в области физики атмосферы и гидросферы (ПК 1);

- способностью к самостоятельному проведению научных исследований и получение результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности «Физика атмосферы и гидросферы» (ПК 2);

- использовать новейшие методы и достижения физики атмосферы и гидросферы и климатологии в научно-исследовательской деятельности (ПК 4);

- владением методами и средствами оценивания величин потоков радиации, тепла и малых газовых составляющих между почвой и атмосферой, электрического состояния атмосферы (ПК 5).

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

знать:

- 1) нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования;
- 2) требования к квалификационным работам бакалавров, специалистов, магистров;
- 3) методологические основы научных исследований в области физики атмосферы и гидросферы;
- 4) особенности проведения лабораторных и вычислительных исследований;
- 5) новейшие методы и достижения физики атмосферы и гидросферы и климатологии;
- 6) современное состояние науки в области физики атмосферы и гидросферы;
- 7) нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИР;
- 8) требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях;
- 9) методы сбора, обработки, систематизации и фиксации материалов по объектам научного исследования;
- 10) основные методы оценивания величин потоков радиации, тепла и малых газовых составляющих между почвой и атмосферой.

уметь:

- 1) осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания;
- 2) курировать выполнение квалификационных работ бакалавров, специалистов, магистров;
- 3) самостоятельно планировать и организовывать работу по исследованиям в области физики атмосферы и гидросферы;
- 4) применять полученные знания для решения конкретных научно-практических, производственных и исследовательских задач в области физики атмосферы и гидросферы;
- 5) представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях;
- 6) готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в области геоэкологии;
- 7) анализировать, систематизировать современную информацию по физике атмосферы и гидросферы; использовать информационно-библиографические технологии;
- 8) самостоятельно работать со специальной научной литературой, связанной с проблемами оценки величин потоков радиации, тепла и малых газовых составляющих между почвой и атмосферой.

владеть:

- 1) технологией проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования;
- 2) теоретическими основами исследований и применять их на практике;
- 3) методами сбора и обработки мониторинговых данных;
- 4) практическими навыками применения методов и достижений физики атмосферы и гидросферы и климатологии;
- 5) навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности подготовки физика атмосферы и гидросферы;
- 6) навыками самостоятельной исследовательской работы с различными источниками научно-технической информации: литературными и фондовыми материалами, картографическими материалами, профилями, схемами, аэрокосмической информацией, ГИС и пр.;
- 7) навыками осуществления теоретической и экспериментальной научно-исследовательской деятельности в области оценки величин потоков радиации, тепла и малых газовых составляющих между почвой и атмосферой.

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 зачётная единица) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (в соответствии с учебным планом) (час.)
Аудиторные занятия	
Лекции	12
Практические работы	4
Семинары	
Лабораторные работы	6
Другие виды аудиторных работ	
Другие виды работ	
Самостоятельная работа	50
Всего:	72
Формы текущего контроля	тест
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 «Тепловой и газовый обмен почвы с атмосферой»	3	1		2	5
2.	Температурный режим почв	1	1			5
3.	Теплообмен поверхности почвы	6	2	2	2	8
4.	Влияние растительности и снежного покрова на теплообмен поверхности почвы	2	2			8
5.	Газовый режим почв	2	2			8
6.	Роль почвы как генератора и поглотителя газов и паров	4	2		2	8
7.	Тепловой и газовый режим органических почв	4	2	2		8
	Итого:	22	12	4	6	50

5.2. Содержание разделов дисциплины

5.2.1. Введение в курс «Тепловой и газовый обмен почвы с атмосферой». Цели и задачи курса, его структура. Основные определения и понятия. Распространение тепла в почве. Температура и внутренняя энергия. Скрытое тепло. Теплоемкость. Механизмы переноса тепла. Эмпирический закон Фурье для переноса тепла в однородной среде. Коэффициент теплопроводности почвы. Коэффициенты теплопроводности минеральных и органических почвенных компонент, воды и льда. Зависимость теплопроводности почвы от влажности, плотности.

5.2.2. Температурный режим почв. Методы измерения температуры почв. Температурные волны в почве. Цикличность поступления солнечной энергии на деятельную

поверхность и вынужденный характер колебаний температуры почвы. Годовые и суточные колебания температуры. Сезонные изменения температурного градиента в почвенном профиле. Затухание амплитуды колебаний температуры и фазовый сдвиг с глубиной. Определение коэффициента теплопроводности почвы.

5.2.3. Теплообмен поверхности почвы. Деятельная поверхность. Поступление солнечной энергии. Прямая, рассеянная, суммарная радиация. Альbedo. Тепловое излучение деятельной поверхности. Парниковый эффект. Встречное излучение атмосферы. Эффективное тепловое излучение. Конвективный теплообмен между почвой и приземным слоем атмосферы. Потери тепла при эвапотранспирации. Поток тепла в почву. Уравнение теплового баланса. Радиационный баланс. Примеры дневного и годового хода прямой радиации, инсоляции, рассеянной радиации, суммарной радиации, радиационного баланса.

5.2.4. Влияние растительности на теплообмен поверхности почвы. Влияние снежного покрова на температурный и водный режимы почвы. Теплопроводность снега. Промерзание почвы. Фазовые переходы при промерзании почвы. Нулевая завеса. Поведение влаги в промерзающих почвах. Перенос тепла в почвах при промерзании. Изменение объема почвы при промерзании и образование морозобойных трещин. Протаивание почвы. Конвективный перенос тепла при протаивании.

5.2.5. Газовый режим почв. Газы и пары в атмосфере и почве. Макро и микрокомпоненты. Дыхание почвы, эмиссия CO₂. Факторы контролирующей эмиссию CO₂, суточная и сезонная изменчивость. Оценка глобального вклада почвы в производство CO₂. Метан, эмиссия и поглощение. Движение газов и паров в почвах. Диффузия, конвекция, пузырьковый перенос.

5.2.6 Роль почвы как генератора и поглотителя газов и паров. Методы измерения дыхания почвы. Камерные методы. Микрометеорологические методы. Экстраполяция измерений на большие площади. Оценка глобальной роли почвенного покрова в регуляции состава и состояния атмосферы, почва как резервуар, источник и сток газообразных веществ, современные экологические проблемы.

5.2.7. Тепловой и газовый режим органических почв. Особенности формирования гидротермического режима переувлажненных почв в областях распространения сезонной и многолетней мерзлоты. Влияние уровня болотных вод. Потоки парниковых газов в болотных экосистемах. Временная и пространственная изменчивость. Депонирующая функция болот

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература по дисциплине

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

Архангельская Т. А. Температурный режим комплексного почвенного покрова. – М.: ГЕОС, 2012. – 282 с.

Глаголев М.В., Филиппов И.В. Измерение потоков парниковых газов в болотных экосистемах. – Ханты-Мансийск: Югорский государственный университет, 2011. - 220 с.

6.2. Дополнительная литература

Морина О.М, Е.Э. Холоден, С.А. Лобанов, А.М. Дербенцева Динамика температур почв при антропогенных нагрузках: учеб.пособие .- Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2008.- 115 с

Шейн Е.В., Мазиров М.А., Гончаров В.М., Корчагин Л.Л. и др. Агрофизика. Владимир: ВлГУ, 2014 93 с.

Анализ изменений климата и их последствий: Труды ВНИИГМИ-МЦД/ ; редактор Б. Г. Шерстюков. – Обнинск Вып. 176. - 2012. - 372 с.

Смагин А.В. Газовая фаза почв. М. МГУ, 1999.

Журналы:

Метеорология и климатология
Почвоведение
География и природные ресурсы
Известия РАН серия географическая
Экология

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

Электронные библиотечные системы:

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

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

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

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

Специализированные электронные источники:

Географический справочник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geo.historic.ru>

Национальное географическое общество [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rusngo.ru>

Проект WGEO - Всемирная география [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.wgeo.ru>

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

При изучении дисциплины «Тепловой и газовый обмен почвы с атмосферой» 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, теории используемые в исследовании температурного и газового режима почв, получены практические навыки работы с современным оборудованием для мониторинга температурного и газового режима почв, получено представление о методах математического моделирования температурного режима почв и методах оценки глобальной роли почвенного покрова в регулировании состава и состояния атмосферы.

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 «Тепловой и газовый обмен почвы с атмосферой» 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 студентов по изучению отдельных тем дисциплины включает поиск учебных пособий по данному материалу, проработку и анализ теоретического материала, самоконтроль знаний по данной теме.

1. Температура и внутренняя энергия. Скрытое тепло. Теплоемкость. Механизмы переноса тепла.
2. Эмпирический закон Фурье для переноса тепла в однородной среде.
3. Коэффициент теплопроводности почвы.
4. Коэффициенты теплопроводности минеральных и органических почвенных компонент, воды и льда.
5. Зависимость теплопроводности почвы от влажности, плотности.
6. Методы измерения температуры почв.
7. Температурные волны в почве.
8. Цикличность поступления солнечной энергии на деятельную поверхность и вынужденный характер колебаний температуры почвы.
9. Годовые и суточные колебания температуры.
10. Сезонные изменения температурного градиента в почвенном профиле.
11. Затухание амплитуды колебаний температуры и фазовый сдвиг с глубиной.
12. Определение коэффициента теплопроводности почвы.
13. Теплообмен поверхности почвы. Деятельная поверхность.
14. Поступление солнечной энергии.
15. Прямая, рассеянная, суммарная радиация. Альbedo.
16. Тепловое излучение деятельной поверхности.
17. Парниковый эффект. Встречное излучение атмосферы.
18. Эффективное тепловое излучение.
19. Конвективный теплообмен между почвой и приземным слоем атмосферы.
20. Потери тепла при эвапотранспирации.

21. Поток тепла в почву.
22. Уравнение теплового баланса.
23. Радиационный баланс
24. Влияние растительности на теплообмен поверхности почвы.
25. Влияние снежного покрова на температурный и водный режимы почвы.
26. Теплопроводность снега.
27. Промерзание почвы. Фазовые переходы при промерзании почвы. Нулевая завеса.
28. Поведение влаги в промерзающих почвах. Перенос тепла в почвах при промерзании.
29. Изменение объема почвы при промерзании и образование морозобойных трещин.
30. Протаивание почвы. Конвективный перенос тепла при протаивании.
31. Газовый режим почв. Газы и пары в атмосфере и почве. Макро и микрокомпоненты.
32. Дыхание почвы, эмиссия CO₂.
33. Факторы контролируемые эмиссию CO₂, суточная и сезонная изменчивость.
34. Оценка глобального вклада почвы в производство CO₂.
35. Метан, эмиссия и поглощение.
36. Движение газов и паров в почвах. Диффузия, конвекция, пузырьковый перенос.
37. Роль почвы как генератора и поглотителя газов и паров.
38. Методы измерения дыхания почвы. Камерные методы.
39. Методы измерения дыхания почвы. Микрометеорологические методы.
40. Экстраполяция измерений дыхания почвы на большие площади.
41. Оценка глобальной роли почвенного покрова в регуляции состава и состояния атмосферы.
42. Почва как резервуар, источник и сток газообразных веществ, современные экологические проблемы.
43. Тепловой и газовый режим органических почв.
44. Особенности формирования гидротермического режима переувлажненных почв в областях распространения сезонной и многолетней мерзлоты. Влияние уровня болотных вод.
45. Потоки парниковых газов в болотных экосистемах. Временная и пространственная изменчивость.

8.3. Примеры тестов

1. Есть ли разница в поступлении на склоны северной и южной экспозиции (а) прямой солнечной радиации? (б) рассеянной солнечной радиации?
2. Почему скрытое тепло называется скрытым и как именно осуществляется его перенос в почве? Как структура почвы влияет на ее теплопроводность?
3. Как работают механизмы термопереноса почвенной влаги?
4. Из каких соображений выбирают глубины установки термометров и интервал между измерениями для вычисления коэффициента температуропроводности почвы по данным о динамике температуры почвы?
5. Рассчитайте рекомендуемый объем камеры для оценки потоков парниковых газов с поверхности почвы при заданных условиях.

8.4. Перечень вопросов для промежуточной аттестации:

1. Прямая, рассеянная и суммарная солнечная радиация. Факторы, определяющие приход солнечной радиации к земной поверхности (высота Солнца, прозрачность атмосферы, облачность).
2. Отраженная радиация, альbedo подстилающей поверхности.
3. Длинноволновая радиация. Собственное излучение земной поверхности.
4. Излучение газов в атмосфере. Противоизлучение атмосферы.
5. Эффективное излучение. Влияние облачности, общего влагосодержания, углекислого газа на эффективное и встречное излучение. Парниковый эффект.
6. Радиационный баланс подстилающей поверхности и атмосферы.

7. Уравнение теплового баланса. Тепловой баланс подстилающей поверхности. Суточный, годовой ход, вековые изменения температуры поверхности почвы.
8. Заморозки на поверхности почвы.
9. Распространение тепла вглубь почвы. Законы Фурье.
10. Теплоемкость влажной почвы, методы определения Эффективная теплоемкость почвы при фазовых переходах.
11. Влияние растительного и снежного покрова на тепловой режим почвы.
12. Вечная мерзлота и сезонное промерзание грунта.
13. Поведение влаги в промерзающих почвах. Перенос тепла в почвах при промерзании.
14. Протаивание почвы. Конвективный перенос тепла при протаивании.
15. Газы и пары в атмосфере и почве. Состав почвенного воздуха. Макро и микрокомпоненты.
16. Дыхание почвы. Факторы контролируемые эмиссию CO₂, Суточная и сезонная изменчивость потоков.
17. Эмиссия метана переувлажненными почвами
18. Движение газов и паров в почвах. Диффузия, конвекция, пузырьковый перенос.
19. Методы измерения дыхания почвы. Камерные методы.
20. Микрометеорологические методы измерений потоков парниковых газов.
21. Экстраполяция локальных измерений потоков на большие площади.
22. Оценка глобальной роли почвенного покрова в регуляции состава и состояния атмосферы, почва как резервуар, источник и сток газообразных веществ, современные экологические проблемы.
23. Особенности формирования гидротермического режима переувлажненных почв в областях распространения сезонной и многолетней мерзлоты. Влияние уровня болотных вод.
24. Потоки парниковых газов в болотных экосистемах. Временная и пространственная изменчивость. Депонирующая функция болот

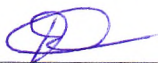
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При освоении дисциплины 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,
к.ф.-м.н.



Е.А. Дюкарев

Рабочая программа рассмотрена и рекомендована к утверждению решением Ученого совета ИМКЭС СО РАН. Протокол УС ИМКЭС СО РАН № 8 от 2.07 2015 г.