

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт экологии и природопользования



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Волновые движения в атмосфере Б1.В.03

Направление подготовки: 05.04.04 - Гидрометеорология

Профиль подготовки: Метеорология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Автор(ы): Гурьянов В.В.

Рецензент(ы): Переведенцев Ю.П.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Переведенцев Ю. П.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Института экологии и природопользования:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Гурьянов В.В. (кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы, отделение природопользования), Vladimir.Guryanov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2	способность использовать современные методы обработки и интерпретации гидрометеорологической информации при проведении научных и производственных исследований

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

фундаментальные уравнения сохранения, на которых базируется теоретическое изучение динамики атмосферных процессов; основные характеристики и инварианты, используемые при теоретическом изучении атмосферы; основные типы гидродинамической неустойчивости, определяющие динамику атмосферных процессов разного масштаба. Обладать теоретическими знаниями в области динамики и термодинамики атмосферы.

Должен уметь:

Ориентироваться во всем многообразии пространственных и временных масштабов динамических процессов, происходящих в атмосфере.

Должен владеть:

навыками, необходимыми для понимания современной литературы по вопросам динамики атмосферы, и участия в работах по изучению динамики атмосферы.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Владеть основными компетенциями

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.03 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.04.04 "Гидрометеорология (Метеорология)" и относится к вариативной части. Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 26 часа(ов), в том числе лекции - 4 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 22 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 46 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Вводная часть	2	4	0	0	12

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Параметры и типы волновых движений.	2	0	0	4	6
3.	Тема 3. Метод малых возмущений и его применение.	2	0	0	4	6
4.	Тема 4. Крупномасштабные стационарные и нестационарные волны	2	0	0	4	6
5.	Тема 5. Адаптация полей давления и ветра.	2	0	0	4	6
6.	Тема 6. Акустические и гравитационные волны.	2	0	0	4	6
7.	Тема 7. Взаимодействие волн со средним потоком.	2	0	0	2	4
	Итого		4	0	22	46

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Вводная часть

Предмет, основные цели и задачи дисциплины. Связь волновых движений в атмосфере с основными разделами метеорологии и дисциплинами физико-математического цикла. Методология волновых движений в атмосфере. Основные проблемы интерпретации метеорологических наблюдений. Основные характеристики волновых движений в атмосфере и их структура. Требования, предъявляемые к данным о состоянии атмосферы.

Необходимо иметь в виду, что благодаря связи между соседними частицами, которая всегда существует в сплошной среде, колебания одной частицы постепенно передаются окружающей среде. Следовательно, возмущения начинают распространяться во все стороны, возникают волновые движения, подобно тому, как удар камня вызывает волновые движения на всей поверхности воды.

Параметры колебания ? длина волны, период, скорость распространения и т.д. ? зависят от: 1) характера основного состояния (структуры исходных физических полей и граничных условий), 2) от сил, которые определяют равновесие состояния частицы, и 3) от физических параметров (сжимаемости, теплоемкости и т.д.) атмосферы или любой другой среды, колебания которой изучаются.

Кроме чисто волнового развития возмущений, возможен и другой ход развития процесса. Например, если амплитуда возмущения растет со временем, то говорят о неустойчивости основного состояния. Это означает, что небольшие случайные импульсы приводят к фундаментальному преобразованию исходных полей. Иногда, наоборот, возмущения, которые всегда связаны с трением и соответственно с диссипацией кинетической энергии в тепло, довольно быстро затухают, что свидетельствует об устойчивости основного состояния.

Волновые процессы часто имеют небольшую амплитуду и играют незначительную роль в крупномасштабных процессах, но их учет существенно усложняет математическую часть метеорологических задач. В связи с этим при изучении крупномасштабных явлений целесообразно вводить в уравнения динамики упрощения (отбрасывая, например, некоторые слагаемые), при которых незначительно искажались бы крупномасштабные метеорологические поля, но исключались бы те свойства атмосферы, благодаря которым в ней могут возникать несущественные для рассматриваемого процесса типы волн. Эти упрощения, распространенные в современных моделях численных прогнозов, получили название ?фильтрации?.

Однако некоторые типы волновых движений имеют значительные амплитуды и вызывают колебания метеорологических полей, сравнимые по величине с изменениями, обусловленными процессами синоптического масштаба. Разумеется, такие волны необходимо тщательно исследовать.

Тема 2. Параметры и типы волновых движений.

Параметры волн.

Дисперсионное соотношение и групповая скорость волн.

Полная система уравнений гидротермодинамики в форме Навье-Стокса.

Система уравнений гидротермодинамики для турбулентной атмосферы.

Примитивная форма уравнений для изучения волновых движений.

Атмосферные волны являются следствием периодически меняющегося внешнего воздействия (например, приливные волны) или результатом эволюции небольших возмущений, которые накладываются на определенное исходное состояние.

Возникновение волновых процессов в атмосфере под влиянием периодической внешней силы представляется достаточно ясным, по крайней мере, качественно. Менее очевиден механизм волновых процессов, являющихся эволюцией тех или иных возмущений внутри самой системы.

Тема 3. Метод малых возмущений и его применение.

Линеаризация примитивной формы уравнений.

В атмосфере (как и в океане) наблюдается исключительно большое разнообразие волновых движений, что обусловлено влиянием сил различного происхождения.

В реальных условиях силы, как правило, носят нерегулярный характер. Кроме того, в результате нелинейности волновых движений происходит обмен энергией между волнами различных масштабов и происхождения, а также между волнами и движением атмосферы не волнового типа (например, зональным потоком). Возникшие под действием тех или иных сил волны либо затухают под влиянием сил вязкости, либо становятся динамически неустойчивыми, трансформирующимися в турбулентные вихри различных масштабов. Вследствие этого волновые движения в атмосфере носят исключительно сложный характер. По этой причине все более широкое распространение получает вероятностно-статистический подход к описанию волновых движений различных пространственно-временных масштабов.

Однако как при гидродинамическом, так и статистическом моделировании основополагающее значение сохраняют представления об основных волновых движениях.

В зависимости от преобладающей роли той или другой силы в возникновении волнового движения все волны принято делить на четыре класса. При этом оказывается, что в разных классах волн существенно различно соотношение между периодом волны (T) и периодом инерционных колебаний (P_f).

Тема 4. Крупномасштабные стационарные и нестационарные волны

Волны Россби в движущейся атмосфере.

Стационарные волны Россби.

Второй класс составляют волны с периодами от нескольких минут до нескольких часов ($T < P_f$). Им соответствуют внутренние гравитационные волны, у которых восстанавливающей силой является сила тяжести. Эти волны существуют в среде, устойчиво стратифицированной силой тяжести по плотности.

Волны первого и второго классов широко распространены в атмосфере. Они возникают в слоях с резким изменением вертикального градиента температуры (в частности, в инверсионных слоях), скорости ветра и влажности воздуха. Такие же волны формируются под влиянием неоднородностей земной поверхности (в первую очередь, гор и возвышенностей, а также термических неоднородностей). Волны этих классов оказывают существенное влияние на структуру облачных полей.

К третьему классу относятся инерционные волны. Определяющей силой волновых движений этого класса выступает кориолисова сила. Период этих волн близок к ($T \approx P_f$).

В атмосфере исключительно велика роль планетарных волн (или волн Россби ? Блиновой), составляющих четвертый класс. В формировании этих волн определяющий вклад вносят эффекты, обусловленные вращением (кориолисова сила) и сферичностью Земли.

В каждом из названных классов выделяют два рода волн. Первый род ? это баротропные волны, которые формируются в среде с постоянной плотностью. Характеристики баротропных волн не зависят, в частности, от распределения плотности воздуха по высоте. Баротропные волны нередко называют также поверхностными волнами, поскольку их амплитуда максимальна вблизи поверхности, на которой находится возбуждающий волну источник. С увеличением расстояния от источника амплитуда волны уменьшается приблизительно по экспоненциальному закону.

Баротропность ? такое распределение массы жидкости, при котором плотность является функцией только давления. В такой среде изопикнические или изотермические поверхности совпадают с поверхностями изобарическими.

Ко второму роду относятся бароклинные волны, в формировании и структуре которых существенную роль играет распределение плотности (температуры) воздуха по горизонтали и вертикали, порождающее силы плавучести. Параметры бароклинных волн тесно связаны с термической стратификацией атмосферы (частотой Вэйселя ? Брента). Бароклинные волны называют также внутренними волнами, поскольку они распространяются, как правило, на значительные по толщине слои атмосферы (например, на всю тропосферу или стратосферу).

Бароклинность ? такое распределение массы жидкости (газа), при котором плотность является функцией не только давления, но и других параметров: в сухом воздухе ? температуры, а во влажном воздухе ? еще и влажности. В бароклинной атмосфере изопикнические и изотермические поверхности не совпадают (пересекаются) с изобарическими поверхностями.

Различают также свободные и вынужденные волны. Вынужденные волны находятся под непосредственным воздействием возбуждающих их сил. Свободные волны возникают под влиянием начального возмущения.

Внутренняя волна ? волна внутри жидкости с максимальной амплитудой на поверхности раздела двух ее слоев.

Внешняя волна ? волна в жидкости с максимальной амплитудой на внешней или свободной поверхности жидкости.

В погодных процессах и явлениях наиболее важное значение имеют длинные планетарные волны.

Тема 5. Адаптация полей давления и ветра.

Адаптация полей давления и ветра.

В атмосфере постоянно происходит активное взаимодействие метеорологических полей различных масштабов. В результате создаются слои или области, в которых контрасты некоторых метеорологических величин оказываются существенно увеличенными по сравнению с окружением. Наиболее известным примером такого рода являются фронтальные зоны и наклонные слои больших сдвигов ветра, градиентов потенциальной температуры и завихренности, простирающиеся часто через всю тропосферу. С этими зонами связаны струйные течения как в верхней тропосфере, так и в планетарном пограничном слое (струйные течения нижних уровней). Другой пример – инверсионные слои, возникающие в результате радиационного охлаждения воздуха вблизи подстилающей поверхности. Под инверсиями также наблюдаются большие скорости и сдвиги ветра, градиенты потенциальной температуры и влажности.

Если в какой-либо части атмосферы возникают достаточно большие контрасты, например скорости ветра, то в этой зоне появляется возможность роста малых возмущений, которые принимают вид волн и вихрей. Развиваясь и смещаясь, а затем и разрушаясь, они перемешивают воздух, в результате чего контрасты сглаживаются.

Возмущения могут создаваться вследствие термической неоднородности подстилающей поверхности, различий альбедо или шероховатости ее различных участков. Источниками возмущений являются многие метеорологические объекты (атмосферные фронты, конвективные облака, циклоны, струйные течения) и процессы в атмосфере и вне ее (ветровое волнение на море, извержения вулканов, землетрясения и т. д.). Дальнейшая эволюция внесенных в атмосферу возмущений зависит от их характеристик (пространственных и временных масштабов, скоростей распространения и амплитуд). Характеристики возмущений определяются свойствами их источников и свойствами воздушного потока, в котором они распространяются. Изучение процессов роста и распространения возмущений показало, что последние, как отмечено в п. 7.2 рассматриваемой главы, являются либо вынужденными, либо свободными. В первом случае они рассматриваются вместе с породившим их источником, свойства которого известны, во втором – считаются потерявшими связь с источником и зависящими лишь от свойств воздушного течения, в котором они находятся, т. е. их рост или затухание происходит только вследствие энергообмена с окружающей средой.

Возмущения, будучи свободными, способны расти в данном воздушном потоке, черпая энергию из имеющихся в нем запасов. Такие возмущения называются неустойчивыми. С другой стороны, и сам поток, именуемый фоновым или основным, называется неустойчивым, если он в состоянии обеспечить рост каких-либо возмущений. Следовательно, термин «неустойчивый» употребляется в двояком смысле, что нельзя признать вполне удачным. Энергия, которая может быть использована для роста возмущений, называется энергией неустойчивости, а процесс ее реализации (процесс развития возмущений) называется процессом разрешения неустойчивости.

Процессы накопления энергии неустойчивости, с одной стороны, и ее реализации – с другой, теснейшим образом взаимосвязаны. Обострение фронтальных зон ведет к неустойчивости, при разрешении которой сглаживаются резкие контрасты температуры, а вслед за этим в процессе эволюции неустойчивых возмущений снова возникают (либо обостряются уже существовавшие) фронтальные зоны, и, тем самым, появляются условия для нового развития неустойчивости.

Неустойчивость атмосферных движений имеет еще одну особенность, важную для метеорологических приложений: она порождает системы движений, которые в ряде случаев оказывают сильное влияние на погоду. Циклоны, облачные валы, линии шквалов, турбулентные пятна в безоблачной атмосфере все эти явления возникают как результат разрешения определенных видов неустойчивости. Этим и объясняется большой интерес к проблемам устойчивости воздушных течений.

Тема 6. Акустические и гравитационные волны.

Акустические и гравитационные волны.

Первый класс волновых движений принято называть акустическими волнами, свойства которых определяются в основном эффектами сжимаемости атмосферы. При этом период волны существенно меньше периода инерционных колебаний и изменяется от нескольких секунд до нескольких минут.

Тема 7. Взаимодействие волн со средним потоком.

Взаимодействие волн со средним потоком.

Неустойчивость атмосферных движений приводит к качественным изменениям структуры воздушного потока, а именно, к развитию обширных центров высокого и низкого давления, систем планетарных волн, циклонических вихрей синоптического масштаба, конвективных облачных полос и полос интенсивных осадков, грозových и градовых очагов, линий шквалов, турбулентных слоев и пятен в свободной атмосфере. Все эти явления необходимо своевременно прогнозировать, а качество прогноза, как известно, определяется уровнем изученности закономерностей возникновения и эволюции прогнозируемых процессов. Таким образом, важнейшей областью метеорологических приложений теории гидродинамической неустойчивости является разработка способов прогноза разнообразных проявлений неустойчивости в атмосфере.

Можно выделить три основных направления использования теории гидродинамической неустойчивости для прогностических целей.

1. Первое направление связано с использованием выводов из анализа и решения задач об устойчивости модельных течений для того, чтобы выделить параметры невозмущенного (исходного) состояния, которые определяют развитие возмущений и которые, следовательно, целесообразно использовать как предикторы соответствующих процессов разрешения неустойчивости. Примером может служить применение выводов теории неустойчивости внутренних гравитационных волн для прогноза интенсивной турбулентности, влияющей на полет летательных аппаратов (так называемой турбулентности при ясном небе). Модельные результаты, указывающие на число Ричардсона, как на основной предиктор неустойчивости внутренних гравитационных волн, неоднократно использовались при разработке прогностических методик, так же как и теоретический вывод о том, что в условиях устойчивого потока (большие) значимым предиктором появления турбулентности является кривизна профиля температуры. Другим примером является использование в качестве критерия бароклинической неустойчивости доступной потенциальной энергии (ДПЭ), отражающей различие воздушных масс по температуре. При этом, чем больше ДПЭ, тем резче контраст температур между передней частью и тылом циклона и, следовательно, больше вероятность неустойчивости фронтальной волны, на которой формируется циклон.
2. Второе направление использования теории гидродинамической неустойчивости связано с разработкой способов количественного описания свойств реальных атмосферных вихрей и волн не только на стадии начального роста, но и на стадии их дальнейшей эволюции, механизмов переноса тепла, количества движения и других свойств. Закономерности развития исследуемых объектов, подлежащие учету в прогностических моделях, изучаются преимущественно на основе экспериментальных данных. В связи с этим приобретают важнейшее значение не только созданные теоретические модели, но и вопросы сопоставления их с измерениями, а также вопросы целенаправленного анализа и интерпретации данных измерений.
3. Наконец, третье направление, в котором используются результаты исследования гидродинамической неустойчивости атмосферы – это разработка гидродинамических моделей, описывающих либо процессы развития самих неустойчивых возмущений, либо процессы, на ход которых влияют те или иные виды неустойчивости. Это, прежде всего, модели общей циркуляции атмосферы и прогностические модели. Модели ОЦА описывают движения планетарного масштаба, в том числе и проявления их неустойчивости. Прогностические модели воспроизводят также движения синоптических масштабов и даже часть мезомасштабных движений. Проявления неустойчивости, которые не описываются моделью непосредственно, но влияют на ход описываемых (сеточных) процессов, учитываются с помощью различного рода параметризаций. Хорошо известно, например, конвективное приспособление, с помощью которого учитывается конвективное перемешивание. Можно отметить также различные способы учета эффектов синоптических вихрей в моделях общей циркуляции атмосферы.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

MatLab. Руководство для начинающих - <http://www.chemometrics.ru/materials/textbooks/matlab.htm>

Интегрирование MatLab и Excel - <http://www.chemometrics.ru/materials/textbooks/matlab.htm#Ch3>

M-файлы - <http://www.chemometrics.ru/materials/textbooks/matlab.htm#Ch4.1>

Программирование Матлаб(Matlab). - http://life-prog.ru/view_zam.php?id=5&cat=5&page=1

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 2			
	Текущий контроль		
1	Контрольная работа	ПК-2	1. Вводная часть 2. Параметры и типы волновых движений. 3. Метод малых возмущений и его применение. 4. Крупномасштабные стационарные и нестационарные волны 5. Адаптация полей давления и ветра. 6. Акустические и гравитационные волны. 7. Взаимодействие волн со средним потоком.
2	Лабораторные работы	ПК-2	4. Крупномасштабные стационарные и нестационарные волны 5. Адаптация полей давления и ветра. 6. Акустические и гравитационные волны. 7. Взаимодействие волн со средним потоком.
	Зачет	ПК-2	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 2					
Текущий контроль					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	2
	Зачтено		Не зачтено		
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 2

Текущий контроль

1. Контрольная работа

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Фильтрация волн.

Устойчивые и неустойчивые волны.

Параметры и типы волновых движений.

Групповая скорость волн.

Дисперсия волн.

Метод малых возмущений и его применение.

Акустические и гравитационные волны.

Инерционно-гравитационные волны.

Крупномасштабные стационарные и нестационарные волны

Адаптация полей давления и ветра.

Взаимодействие волн со средним потоком.

Параметры и типы волновых движений.

Метод малых возмущений и его применение.

Крупномасштабные стационарные и нестационарные волны

Адаптация полей давления и ветра.

Акустические и гравитационные волны.

Взаимодействие волн со средним потоком.

Дивергенция потока Элиассена-Пальма.

Частота Брента-Вяйсяля.

2. Лабораторные работы

Темы 4, 5, 6, 7

Лабораторная работа ♦ 1

Выполнить гармонический анализ поля геопотенциала за отдельный месяц одного года на основных изобарических

поверхностях по данным реанализа (по выбору).

Рассчитать амплитуды и фазы зональных гармоник.

Расчеты выполнить для волновых чисел 1-10.

Результаты расчетов представить в графическом виде (использовать пакет Surfer или др.).
По данным расчетов выполнить анализ волной активности и представить в виде документа Word.

Лабораторная работа ♦ 2

Выполнить работу 1 применительно к полю температуры.

Зачет

Вопросы к зачету:

Параметры и типы волновых движений для трехмерных волн.

Дисперсионное соотношение.

Линеаризация уравнений с использованием метода малых возмущений.

Акустические волны и способы их фильтрации.

Общее понятие о гравитационных волнах.

Внутренние гравитационные волны.

Инерционные волны.

Инерционно-гравитационные волны.

Крупномасштабные стационарные и нестационарные волны.

Волны Россби.

Гармонический анализ метеорологических полей

Амплитуда и фаза пространственных планетарных волн.

Гармонический анализ метеорологических рядов.

Адаптация полей давления и ветра.

Взаимодействие волн со средним потоком (поток Элиассена-Пальма).

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 2			
Текущий контроль			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	20
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	2	30
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Калинин Н.А. Динамическая метеорология / Н.А. Калинин - Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2009. - 260 с. (Фонд кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы - 25 экз.)
2. Пиловец Г. И. Метеорология и климатология: Учебное пособие [Электронный ресурс]/ Г.И. Пиловец. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 399 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=391608>
3. Ясовеев М. Г. Методика геоэкологических исследований: Учебное пособие [Электронный ресурс]/ М.Г. Ясовеев, Н.Л. Стреха, Н.С. Шевцова. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 292 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=446113>

7.2. Дополнительная литература:

1. Христофорова Н. К. Основы экологии: Учебник [Электронный ресурс]/ Н.К. Христофорова. - 3-е изд., доп. - М.: Магистр: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 640 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=406581>
2. Мешалкин В. П. Основы информатизации и математического моделирования экологических систем: Учебное пособие [Электронный ресурс]/ В.П. Мешалкин, О.Б. Бутусов, А.Г. Гнау. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 357 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=184099>
3. Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие [Электронный ресурс]/ Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 398 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=392652>
4. Ярушкина Н. Г. Интеллектуальный анализ временных рядов: Учебное пособие [Электронный ресурс]/ Н.Г. Ярушкина, Т.В. Афанасьева, И.Г. Перфильева. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 160 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=249314>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- MatLab. Руководство для начинающих - <http://www.chemometrics.ru/materials/textbooks/matlab.htm>
 Интегрирование MatLab и Excel - <http://www.chemometrics.ru/materials/textbooks/matlab.htm>
 M-файлы - <http://www.chemometrics.ru/materials/textbooks/matlab.htm#Ch3>
 Программирование Матлаб(Matlab). - <http://www.chemometrics.ru/materials/textbooks/matlab.htm#Ch4.1>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В ходе лекционных занятий по курсу "Волновые движения в атмосфере" обучаемый должен вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения курса особое значение имеют рисунки, схемы и поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все рисунки, сделанные преподавателем на доске, или указанные в наглядном пособии. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Приступая к подготовке по теме, необходимо соотнести формулировку темы с определяемой целью, подобрать нужную литературу из списка основных и дополнительных источников, необходимую для занятий. Нужно внимательно прочитать Содержание темы, которое включает основные теоретические понятия, осознание и понимание которых необходимо в ходе занятия уяснить, все ли слова понятны, какие требуют дополнительных разъяснений и комментариев. Если такие имеются, нужно обратиться за разъяснением к преподавателю в начале занятия.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>Прохождение всего цикла лабораторных занятий является обязательным для получения допуска студента к зачету. В случае пропуска занятий пропущенное занятие подлежит отработке. В ходе лабораторных занятий студент под руководством преподавателя выполняет комплекс лабораторно-практических заданий, позволяющих закрепить лекционный материал по изучаемой теме, научиться выполнять наблюдения, их камеральную обработку, статистическую обработку полученных данных, научиться работать с методиками, руководящими документами, информацией различного уровня.</p> <p>В ходе подготовки к лабораторным занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретает практика в изложении и разъяснении полученных знаний. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю, при этом, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.</p> <p>Заканчивать подготовку следует составлением плана по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.</p> <p>Теоретическая часть работы выполняется по установленным темам с использованием практических материалов. К каждой теме рекомендуется примерный перечень узловых вопросов, список необходимой литературы. Излагая вопросы темы, следует строго придерживаться плана. При выполнении лабораторной работы необходимо подготовить и обработать исходный материал; следуя рекомендациям по выполнению работы провести необходимые процедуры и расчеты; проанализировать полученные результаты и составить окончательный отчет.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>К организации самостоятельной работы, на которую отводится значительное количество часов, особенно по сравнению с аудиторной, нужно подходить с особой ответственностью. Внеаудиторная СРС проводится без непосредственного контроля со стороны преподавателя и, следовательно, требует тщательной подготовки. Организация СРС по дисциплине отражается в учебной программе; конкретные виды работы обозначены в тематическом планировании.</p> <p>Выполнение самостоятельной работы поможет студентам в усвоении программного материала и в успешном проведении контрольных мероприятий.</p> <p>Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения, проследить их логику и тем самым проникнуть в творческую лабораторию автора. Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе.</p> <p>Изучение дисциплины "Волновые движения в атмосфере" предусматривает проведение систематической самостоятельной работы (СРС) студентами, связанной с проработкой конспектов лекций;</p> <p>изучением основных и дополнительных вопросов из перечня рекомендованной основной и дополнительной литературы;</p> <p>завершением выполнения практических заданий начатых в аудитории и анализом полученных результатов;</p> <p>составлением и оформлением отчетов;</p> <p>подготовкой к контрольным работам, зачету или экзамену;</p> <p>проработкой учебных вопросов для самоконтроля.</p> <p>Основной целью организации СРС является систематизация и закрепление знаний, полученных ими на лекциях, развитие навыков самостоятельного поиска нужных литературных источников.</p> <p>При подготовке к СРС в первую очередь, необходимо обратиться к курсу лекций по данному вопросу и основным учебным пособиям, чтобы найти пути для последующей работы, обновить имеющиеся у студента знания.</p> <p>В ходе СРС студенты закрепляют теоретические основы дисциплины, приобретают навыки поиска дополнительной научной информации, овладевают навыками анализа.</p> <p>Самостоятельная работа с учебными пособиями, научной и методической литературой является наиболее эффективным методом получения основных и дополнительных знаний по дисциплине, активизирует процесс овладения научной информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. СРС предполагает также обращение студентов к словарям, справочникам, энциклопедиям и Интернет ресурсам, что также способствует пониманию и закреплению пройденного материала.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
<p>контрольная работа</p>	<p>Контрольная работа - письменная работа небольшого объема, предполагающая проверку знаний заданного к изучению материала и навыков его практического применения. Контрольные работы могут состоять из одного или нескольких теоретических вопросов. Задание контрольной работы может быть сформулировано и в качестве одной или нескольких задач.</p> <p>Написание контрольной работы практикуется в учебном процессе в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т. п. С помощью контрольной работы студент постигает наиболее сложные проблемы курса, учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу.</p> <p>Выполняя контрольную работу, обучающийся должен показать умение правильно, четко и кратко излагать материал по предложенным вопросам и заданиям, выделяя при этом основные проблемы, категории, взаимосвязи. В текстовой части каждый вопрос плана должен быть выделен отдельно. Не допускается дословное списывание из литературных источников. Необходимо избегать материала, не имеющего прямого отношения к излагаемым вопросам и заданиям. Ответ на вопрос контрольной работы оценивается положительно, если он является развернутым и аргументированным.</p> <p>Решение каждой задачи должно заканчиваться выводом, в котором дается оценка полученных результатов.</p> <p>Подготовка контрольной работы способствует закреплению у будущего специалиста знаний, развитию умения самостоятельно анализировать, вести полемику.</p> <p>В процессе подготовки и выполнения контрольной работы необходимо познакомиться с программой учебного курса, изучить рекомендуемую литературу, методические материалы, касающиеся вопросов.</p> <p>При подготовке к выполнению контрольной работы следует начинать с общего ознакомления с темой (прочтение соответствующего раздела учебника, учебного пособия, конспектов лекций). Затем необходимо изучить и другие литературные источники, рекомендованные преподавателем.</p>
<p>зачет</p>	<p>Зачет, как правило, служит формой проверки успешного выполнения студентами лабораторных и курсовых работ, а также формой проверки прохождения производственной и учебной практик и выполнения в процессе этих практик всех учебных поручений в соответствии с утвержденной программой. В отдельных случаях зачеты могут устанавливаться как по дисциплинам в целом, так и по отдельным их частям.</p> <p>При подготовке к зачету по учебной дисциплине следует руководствоваться рабочей программой, что позволит четко представить круг вопросов, подлежащих изучению. Необходимым условием успешного изучения данной дисциплины является свободное владение студентами основными понятиями, а главное, умение комплексно использовать их для анализа конкретной практической ситуации.</p> <p>Приобретение глубоких знаний предполагает эффективное использование различных видов учебной работы: лекционных и практических занятий, консультаций, самоподготовки.</p> <p>Зачеты проводятся по билетам. Порядок проведения зачета определяется кафедрой.</p> <p>Примерный перечень вопросов приводится в рабочей программе. Более тщательной подготовкой к экзамену или зачету по соответствующей части учебной дисциплины следует признать проработку всех пунктов содержания рабочей программы.</p> <p>При подготовке к зачетам: - лучше сразу сориентироваться во всем материале и обязательно расположить весь материал согласно вопросам (или вопросам, обсуждаемым на семинарах), эта работа может занять много времени, но все остальное - это уже технические детали. Сама подготовка связана не только с 'запоминанием'. Подготовка также предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей. Главный смысл подготовки - это систематизация и оптимизация знаний по данному предмету. Сначала студент должен продемонстрировать, что он 'усвоил' все, что требуется по программе обучения (или по программе данного преподавателя), и лишь после этого он вправе высказать иные, желательно аргументированные точки зрения.</p>

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Волновые движения в атмосфере" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Волновые движения в атмосфере" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 05.04.04 "Гидрометеорология" и магистерской программе Метеорология .