

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Кафедра теплофизики (Т_ИФО)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Кафедра теплофизики (Т_ИФО)

наименование кафедры

А.А. Дектерев

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ДИСЦИПЛИНЫ
СПЕЦИАЛИЗАЦИИ
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Дисциплина Б1.Б.19.09 ДИСЦИПЛИНЫ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ
Математическое моделирование

Направление подготовки / 21.05.03 Технология геологической разведки
специальность специализация 21.05.03.01 Геофизические
методы поисков и разведки месторождений

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2017

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

210000 «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГОРНОЕ ДЕЛО,
НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО И ГЕОДЕЗИЯ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Специальность 21.05.03 Технология геологической разведки
специализация 21.05.03.01 Геофизические методы поисков и разведки
месторождений полезных ископаемых

Программу канд.физ.-мат.наук, Доцент, Минаков А.В.
составили

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Формирование у студентов целостной основы системы знаний о методах математического моделирования и умений решать прикладные задачи горно-геологической отрасли, которые возникают в процессе разработки и эксплуатации нефтегазовых месторождений.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Сформировать у студентов представление о задачах, решаемых в горно-геологической отрасли посредством математического моделирования.

Развить умение использовать современные расчетные методы и алгоритмы, используемых для решения задач горно-геологической отрасли.

Способствовать овладению приёмами, методами и алгоритмами решения конкретных задач из разных областей знаний посредством математического моделирования, позволяющими студентам в дальнейшем решать практические и прикладные задачи, которые возникают в процессе разработки и эксплуатации нефтегазовых месторождений.

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

ОПК-7: пониманием сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, сознанием опасностей и угроз, возникающих в этом процессе, соблюдением основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны	
Уровень 1	источники погрешности численных решений и способы их оценки
Уровень 2	основные численные методы линейной алгебры
Уровень 3	численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений
Уровень 1	оценивать погрешности полученных результатов
Уровень 2	применять численные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений первого порядка
Уровень 3	использовать методы приближения функций
Уровень 1	навыками реализации на ЭВМ вычислительных алгоритмов для методов дихотомии, хорд, касательных
Уровень 2	навыками реализации на ЭВМ вычислительных алгоритмов для

	метода Крамера, метода обращения матрицы, метода Гаусса, метода прогонки, итерационных методов (метод простой итерации, метод релаксации, метод Якоби, метод Зейделя)
Уровень 3	навыками реализации на ЭВМ вычислительных алгоритмов для методов численного интегрирования (Формула прямоугольников. Формула трапеций. Формула Симпсона. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса)
ПК-16:осуществлением разработки и реализации программного обеспечения для исследовательских и проектных работ в области создания современных технологий геологической разведки	
Уровень 1	численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений
Уровень 2	источники погрешности численных решений и способы их оценки
Уровень 3	методы численного дифференцирования и интегрирования
Уровень 1	применять численные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений первого порядка
Уровень 2	оценивать погрешности полученных результатов
Уровень 3	использовать методы приближения функций
Уровень 1	навыками реализации на ЭВМ вычислительных алгоритмов для методов численного дифференцирования
Уровень 2	навыками реализации на ЭВМ вычислительных алгоритмов для метода Монте-Карло
Уровень 3	навыками реализации на ЭВМ простейших разностных схем аппроксимации
ПК-17:способностью выполнять наукоемкие разработки в области создания новых технологий геологической разведки, включая моделирование систем и процессов, автоматизацию научных исследований	
Уровень 1	основные численные методы линейной алгебры
Уровень 2	источники погрешности численных решений и способы их оценки
Уровень 3	алгоритмы решения нелинейных уравнений и систем
Уровень 1	использовать методы приближения функций
Уровень 2	оценивать погрешности полученных результатов
Уровень 3	применять численные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений первого порядка
Уровень 1	навыками реализации на ЭВМ вычислительных алгоритмов для интерполяционных методов (Интерполирование многочленами в форме Лагранжа и Ньютона. Сходимость интерполяционного процесса Сплайн-интерполяция. Линейный интерполяционный сплайн. Кубический интерполяционный сплайн. Метод наименьших квадратов)
Уровень 2	навыками реализации на ЭВМ вычислительных алгоритмов для численных методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений (Метод Эйлера для задачи Коши. Методы Рунге-Кутты. Методы Адамса)
Уровень 3	навыками реализации на ЭВМ вычислительных алгоритмов для методов дихотомии, хорд, касательных
ПСК-1.8:способностью разрабатывать алгоритмы программ, реализующих преобразование геолого-геофизической информации на различных стадиях	

геологоразведочных работ	
Уровень 1	алгоритмы решения нелинейных уравнений и систем
Уровень 2	методы численного дифференцирования и интегрирования
Уровень 3	источники погрешности численных решений и способы их оценки
Уровень 1	применять численные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений первого порядка
Уровень 2	использовать методы численного интегрирования
Уровень 3	оценивать погрешности полученных результатов
Уровень 1	навыками реализации на ЭВМ вычислительных алгоритмов для метода Крамера, метода обращения матрицы, метода Гаусса, метода прогонки, итерационных методов (метод простой итерации, метод релаксации, метод Якоби, метод Зейделя)
Уровень 2	навыками реализации на ЭВМ вычислительных алгоритмов для методов численного интегрирования (Формула прямоугольников. Формула трапеций. Формула Симпсона. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса)
Уровень 3	навыками реализации на ЭВМ вычислительных алгоритмов для методов численного дифференцирования
ПСК-1.9: способностью проводить математическое моделирование и исследование геофизических процессов и объектов специализированными геофизическими информационными системами, в том числе стандартными пакетами программ	
Уровень 1	методы интерполяции и аппроксимации функций
Уровень 2	основные численные методы линейной алгебры
Уровень 3	источники погрешности численных решений и способы их оценки
Уровень 1	использовать методы численного интегрирования
Уровень 2	применять численные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений первого порядка
Уровень 3	оценивать погрешности полученных результатов
Уровень 1	навыками реализации на ЭВМ вычислительных алгоритмов для метода Монте-Карло
Уровень 2	навыками реализации на ЭВМ простейших разностных схем аппроксимации
Уровень 3	навыками реализации на ЭВМ вычислительных алгоритмов для интерполяционных методов (Интерполирование многочленами в форме Лагранжа и Ньютона. Сходимость интерполяционного процесса Сплайн-интерполяция. Линейный интерполяционный сплайн. Кубический интерполяционный сплайн. Метод наименьших квадратов)

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Цифровая обработка сигналов
Компьютерные технологии

Математика

Основы программирования

Операционное исчисление

Прикладная гидродинамика

Магниторазведка

Разведочная геофизика

Сейсморазведка

Электроразведка

Комплексирование геофизических методов

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр	
		6	7
Общая трудоемкость дисциплины	5 (180)	3 (108)	2 (72)
Контактная работа с преподавателем:	1,89 (68)	0,94 (34)	0,94 (34)
занятия лекционного типа	0,94 (34)	0,47 (17)	0,47 (17)
занятия семинарского типа			
в том числе: семинары			
практические занятия			
практикумы			
лабораторные работы	0,94 (34)	0,47 (17)	0,47 (17)
другие виды контактной работы			
в том числе: групповые консультации			
индивидуальные консультации			
иная внеаудиторная контактная работа:			
групповые занятия			
индивидуальные занятия			
Самостоятельная работа обучающихся:	2,11 (76)	1,06 (38)	1,06 (38)
изучение теоретического курса (ТО)			
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)			
реферат, эссе (Р)			
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Да	Нет	Да
Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)	1 (36)	1 (36)	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение	2	0	2	4	ОПК-7 ПК-16 ПК-17 ПСК-1.8 ПСК-1.9
2	Методы решения алгебраических уравнений и СЛАУ	4	0	4	12	ОПК-7 ПК-16 ПК-17 ПСК-1.8 ПСК-1.9
3	Методы численного интегрирования и дифференцирования	4	0	4	8	ОПК-7 ПК-16 ПК-17 ПСК-1.8 ПСК-1.9
4	Интерполяция функций	3	0	3	8	ОПК-7 ПК-16 ПК-17 ПСК-1.8 ПСК-1.9
5	Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	4	0	4	6	ОПК-7 ПК-16 ПК-17 ПСК-1.8 ПСК-1.9
6	Общие понятия теории разностных схем	3	0	3	6	ОПК-7 ПК-16 ПК-17 ПСК-1.8 ПСК-1.9
7	Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных параболического типа	4	0	4	8	ОПК-7 ПК-16 ПК-17 ПСК-1.8 ПСК-1.9

8	Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных гиперболического типа	4	0	4	8	ОПК-7 ПК-16 ПК-17 ПСК-1.8 ПСК-1.9
9	Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных эллиптического типа	2	0	2	8	ОПК-7 ПК-16 ПК-17 ПСК-1.8 ПСК-1.9
10	Численные методы решения эволюционных дифференциальных уравнений в частных производных объектов	4	0	4	8	ОПК-7 ПК-16 ПК-17 ПСК-1.8 ПСК-1.9
Всего		34	0	34	76	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>Введение в курс "Математическое моделирование". Краткий исторический экскурс. Основные понятия методов вычислительной математики. Погрешности вычислений на современных компьютерах (исчезновение, переполнение, округление). Примеры некорректных округлений. Абсолютная и относительная погрешности вычислений. Погрешности арифметических операций</p>	2	0	0
2	2	<p>Методы решения алгебраических уравнений: дихотомии, хорд, касательных</p>	2	0	0

3	2	<p>Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Крамера, метод обращения матрицы, метод Гаусса, метод прогонки, итерационные методы (метод простой итерации, метод релаксации, метод Якоби, метод Зейделя). Вариационно-итерационные методы. Алгебраическая проблема собственных значений. Оценка погрешности и мера обусловленности. Решение систем нелинейных уравнений</p>	2	0	0
4	3	<p>Численное интегрирование. Простейшие квадратурные формулы. Формула прямоугольников. Формула трапеций. Формула Симпсона. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Апостериорная оценка погрешности численного интегрирования методом Рунге. Неквадратурные формулы численного интегрирования - метод Монте-Карло</p>	2	0	0

5	3	Численное дифференцирование. Основные понятия. Влияние вычислительных погрешностей, оптимальный шаг дифференцирования. Простейшие разностные схемы аппроксимации	2	0	0
6	4	Интерполяция функций. Интерполирование многочленами в форме Лагранжа и Ньютона. Сходимость интерполяционного процесса Сплайн-интерполяция. Линейный интерполяционный сплайн. Кубический интерполяционный сплайн. Метод наименьших квадратов.	3	0	0
7	5	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера для задачи Коши. Методы Рунге-Кутты. Методы Адамса.	2	0	0
8	5	Аппроксимация и сходимость. Устойчивость задачи и разностной схемы. Задача Коши для системы дифференциальных уравнений. Жесткие системы дифференциальных уравнений.	2	0	0

9	6	Общие сведения из теории разностных схем, основные определения и понятия. Простейшие схемы аппроксимации дифференциальных выражений. Теория аппроксимации, устойчивости и сходимости разностных схем. Теорема эквивалентности. Методы исследования устойчивости разностных схем.	3	0	0
10	7	Методы решения сеточных уравнений. Трехточечная и пятиточечная прогонка. Метод простых итераций. Методы Якоби и Зейделя. Полинейный метод. Методы вариационного типа. Многосеточный метод.	2	0	0
11	7	Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных параболического типа. Разностные схемы решения уравнения теплопроводности. Исследование сходимости разностных схем для уравнения теплопроводности	2	0	0

12	8	Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных гиперболического типа. Конечно-разностные схемы решения волнового уравнения. Исследование сходимости разностных схем для гиперболических уравнений	2	0	0
13	8	Разностные схемы решения уравнения переноса. Простейшее линейное уравнение переноса. Квазилинейное уравнение переноса. Гибридные схемы. TVD и ENO-схемы. Метод Годунова. Исследование сходимости разностных схем для уравнения переноса	2	0	0
14	9	Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных эллиптического типа. Решение уравнений Лапласа и Пуассона. Исследование сходимости разностных схем для эллиптических уравнений. Методы решения сеточных уравнений. Трехточечная и пятиточечная прогонка. Метод простых итераций. Методы Якоби и Зейделя. Полинейный метод. Методы вариационного типа. Многосеточный метод	2	0	0

15	10	Методы решения эволюционных уравнений в частных производных. Схемы Эйлера, Пейре, Кранка-Никольсон, Рунге-Кутты. Исследование сходимости и устойчивости разностных схем для эволюционных уравнений в частных производных	2	0	0
16	10	Методы расщепления. Расщепление по физическим процессам. Методы переменных направлений. Попеременно-треугольные методы. Схема Кранка-Никольсон. Локально-одномерные схемы. Метод предиктор - корректор	2	0	0
Всего			24	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в acad. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в acad. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

1	1	Вычисления с плавающей точкой: определение машинного нуля и машинной бесконечности; построение вычислительных алгоритмов, предотвращающих переполнение и катастрофическую потерю верных знаков	2	0	0
2	2	Численное решение нелинейного уравнения	2	0	0
3	2	Решение системы линейных алгебраических уравнений. Задача определения собственных значений матрицы	2	0	0
4	3	Вычисление определенного интеграла методами прямоугольников, трапеций и Симпсона с контролем точности по методу Рунге	2	0	0
5	3	Численное дифференцирование	2	0	0
6	4	Интерполирование функции полиномами Лагранжа, Ньютона и кубическими сплайнами. Интерполирование функции методом наименьших квадратов	3	0	0
7	5	Численное решение задачи Коши по методу Эйлера и Рунге-Кутты 4-го порядка	4	0	0
8	6	Разностные аналоги производных. Анализ ошибки аппроксимации производных и устойчивости	3	0	0

9	7	Методы решения сеточных уравнений. Трехточечная прогонка. Итерационные методы вариационного типа. Методы численного интегрирования уравнений параболического типа на примере нестационарного одномерного уравнения теплопроводности	2	0	0
10	7	Численное решение одномерного конвективно-диффузионного уравнения	2	0	0
11	8	Методы численного интегрирования уравнений гиперболического типа. Схемы явные "левый" и "правый" уголки. TVD и ENO -схемы. Анализ условий их применимости	2	0	0
12	8	Методы численного решения волнового уравнения	2	0	0
13	9	Методы численного интегрирования уравнений эллиптического типа на примере стационарного двухмерного уравнения теплопроводности	2	0	0
14	10	Методы решения многомерных уравнений в частных производных. Методы расщепления	2	0	0
15	10	Методы решения эволюционных уравнений в частных производных	2	0	0
Итого			24	0	0

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

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
--	---------------------	----------	-------------------

Л1.1	Платонов Д. В., Минаков А. В., Дектерев А. А.	Математическое моделирование в технической физике: лабораторный практикум [для бакалавров и магистров напр. 011200 «Физика», 140700 «Ядерная энергетика и теплофизика», 140800 «Ядерные физика и технологии», 222900 «Нанотехнология и микросистемная техника», 223200 «Техническая физика»]	Красноярск: СФУ, 2013
------	---	--	--------------------------

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

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

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Платонов Д. В., Минаков А. В., Дектерев А. А.	Компьютерные технологии в науке и образовании: учебно-методическое пособие [для бакалавров и магистров напр. 011200 «Физика», 140700 «Ядерная энергетика и теплофизика», 140800 «Ядерные физика и технологии», 222900 «Нанотехнология и микросистемная техника», 223200 «Техническая физика»]	Красноярск: СФУ, 2013
Л1.2	Платонов Д. В., Минаков А. В., Дектерев А. А.	Математическое моделирование в технической физике: учебно-методическое пособие [для бакалавров и магистров напр. 011200 «Физика», 140700 «Ядерная энергетика и теплофизика», 140800 «Ядерные физика и технологии», 222900 «Нанотехнология и микросистемная техника», 223200 «Техническая физика»]	Красноярск: СФУ, 2013
Л1.3	Головизнин В. М., Зайцев М. А., Карабасов С. А., Короткин И. А.	Новые алгоритмы вычислительной гидродинамики для многопроцессорных вычислительных комплексов: монография для использования в учебном процессе	Москва: Издательство Московского университета, 2013

Л1.4	Платонов Д. В., Минаков А. В., Лобасов А. С., Пряжников М. И.	Математическое моделирование в технической физике. Теплообмен в микроканалах и наножидкостях: учебно-методическое пособие [для направлений подготовки бакалавров и магистров 011200 «Физика», 140700 «Ядерная энергетика и теплофизика», 140800 «Ядерные физика и технологии», 222900 «Нанотехнология и микросистемная техника», 223200 «Техническая физика»]	Красноярск: СФУ, 2014
Л1.5	Платонов Д. В., Минаков А. В., Лобасов А. С., Пряжников М. И.	Математическое моделирование в технической физике. Моделирование задач гидродинамики в микроканалах: учебно-методическое пособие [для направлений подготовки бакалавров и магистров 011200 «Физика», 140700 «Ядерная энергетика и теплофизика», 140800 «Ядерные физика и технологии», 222900 «Нанотехнология и микросистемная техника», 223200 «Техническая физика»]	Красноярск: СФУ, 2014
Л1.6	Минаков А. В., Шебелева А. А., Шебелев А. В.	Численные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений: учебно-методическое пособие [для бакалавров, напр.16.03.01 «Техническая физика»]	Красноярск: СФУ, 2016
Л1.7	Минаков А. В., Жигарев В. А., Платонов Д. В.	Моделирование теплоэнергетических процессов и установок. Гидродинамика.: учебно-методическое пособие [для бакалавров напр.: 16.03.01 «Техническая физика», 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», для магистров напр.: 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника профиль» 13.04.01.00.02 «Энергоэффективные технологии производства тепловой и электрической энергии»]	Красноярск: СФУ, 2016
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Самарский А. А., Вабищевич П. Н.	Вычислительная теплопередача	Москва: URSS, 2009
Л2.2	Алемасов В. Е., Дрегалин А. Ф., Черенков А. С.	Основы теории физико-химических процессов в тепловых двигателях и энергетических установках: учеб. пособие	Москва: Химия, 2000

Л2.3	Бойко Е. А.	Применение ЭВМ для решения теплоэнергетических задач: учебное пособие	Красноярск: Сибирский промысел, 2001
Л2.4	Лойцянский Л. Г.	Механика жидкости и газа: учебник для вузов	Москва: Дрофа, 2003
Л2.5	Самарский А. А., Вабищевич П. Н.	Численные методы решения обратных задач математической физики: [учебное пособие]	Москва: Эдиториал УРСС, 2004
Л2.6	Пашков Л. Т.	Математические модели процессов в паровых котлах	Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2002
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Платонов Д. В., Минаков А. В., Дектерев А. А.	Математическое моделирование в технической физике: лабораторный практикум [для бакалавров и магистров напр. 011200 «Физика», 140700 «Ядерная энергетика и теплофизика», 140800 «Ядерные физика и технологии», 222900 «Нанотехнология и микросистемная техника», 223200 «Техническая физика»]	Красноярск: СФУ, 2013

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	http://www.thermophysics.ru
Э2	http://www.elibrary.ru
Э3	http://www.webbook.nist.gov
Э4	http://www.coolprop.org/
Э5	http://www.ashrae.org/

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

При изучении дисциплины основными видами учебной работы являются аудиторные занятия (в том числе: лекции и лабораторные занятия), самостоятельная работа (в том числе: изучение теоретического материала и выполнение курсовой работы).

Лабораторные занятия ориентированы на закрепление лекционного материала и на выполнение дополнительных заданий, расширяющих объем пройденного материала.

При изучении курса большое значение придается самостоятельной работе, которая, с одной стороны, тесно связана с аудиторными занятиями, с другой – позволяет расширить объем изучаемого материала.

Самостоятельная работа предполагает:

- изучение теоретического курса, в том числе, материала, который не вошел в курс лекций, и использование полученных знаний для решения задач;

- работу с основной и дополнительной литературой, с материалами в сети Интернет.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Стандартный пакет Microsoft Office.
-------	-------------------------------------

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Открытые интернет-ресурсы по планетарным геофизическим данным.
9.2.2	
9.2.3	Научная электронная библиотека СФУ http://bik.sfu-kras.ru/

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Компьютерный класс, видеопроектор