

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт динамики геосфер Российской академии наук
(ИДГ РАН)**



УТВЕРЖДАЮ:

ВРИО директора ИДГ РАН

Ю.И. Зецер

19 » 09 2014 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ**

«Флюидодинамика»

Направление подготовки

05.06.01 НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Профиль (направленность программы)

25.00.10 Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Квалификация выпускника

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

Очная

Вид промежуточного контроля: зачет (экзамен)

Москва, 2014

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

ВО – высшее образование;

УК – универсальные компетенции;

ОПК – общепрофессиональные компетенции;

ПК – профессиональные компетенции;

ФГОС ВО – федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования

ООП – основная образовательная программа

ЛЗ – лекционное занятие

С – семинары

К – контроль (промежуточная аттестация)

СР – самостоятельная работа обучающихся

О – опрос (собеседование)

ФОС – фонд оценочных средств

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы.....	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины.....	4
4. Структура и содержание дисциплины.....	6
4.1. Структура дисциплины.....	6
4.2. Содержание разделов дисциплины	6
4.3. Тематика аудиторных занятий.....	7
5. Текущая и промежуточная аттестация.....	9
6. Образовательные технологии.....	11
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	11
7.1. Основная литература.....	11
7.2. Дополнительная литература.....	12
7.3. Электронные ресурсы	12
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	13

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины - овладение современным знанием о флюидодинамических процессах, протекающих в недрах Земли, влиянии процессов разработки на флюидные системы, а также приобретение навыков решения задач по фильтрации флюидов в породах-коллекторах.

Для достижения поставленной цели в процессе изучения дисциплины решаются следующие задачи:

- дать обучающимся углубленные знания в области подземной флюидодинамики, связи флюидодинамических и сейсмодеформационных процессов в недрах Земли;
- научить применять полученные знания для решения задач по фильтрации флюидов в проницаемых породах.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока 1 программы аспирантуры и преподается аспирантам второго года обучения.

Трудоёмкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц (з.е.) или 216 академических часов, в том числе 80 часа аудиторных занятий и 136 часов самостоятельной работы.

Содержание программы «Флюидодинамика» разработано с учетом требований ФГОС ВО по направлению подготовки 05.06.01 НАУКИ О ЗЕМЛЕ, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 870, зарегистрировано в Минюсте России 20 августа 2014 г. № 33680.

Дисциплина предназначена для подготовки аспирантов и имеет практико-ориентированный характер.

Для изучения дисциплины аспиранту необходимо иметь знания в объеме программ подготовки специалиста в области математики, физики, уравнений математической физики, геофизики, сейсмологии, механики сплошных сред.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Флюидодинамика» направлен на формирование следующих компетенций:

а) универсальных (УК)

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-3);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);

б) общепрофессиональных (ОПК)

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области геофизики с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность к преподавательской деятельности в системе высшего образования (ОПК-2);

в) профессиональных (ПК)

- знать принципы проведения фундаментальных и прикладных исследований в области геофизики; уметь: ставить и решать задачи по изучению физических полей Земли на основании полевых и дистанционных методов наблюдений; формулировать актуальные проблемы геофизики, критически оценивать их общенаучную значимость и возможность их решения на современном уровне развития науки; владеть практическими навыками

применения методов решения прямых и обратных задач геофизики (ПК-1);

- знать современное состояние исследований в области геофизики, основные проблемы и перспективные направления развития в данной отрасли науки; уметь формулировать актуальные научные проблемы в рамках области геофизики, оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши от реализации исследований в областях данных проблем; уметь применять на практике методы сбора, обработки, анализа и обобщения фондовых, полевых и лабораторных геолого-геофизических данных; владеть прикладными навыками эксплуатации современного геофизического полевого и лабораторного оборудования (ПК-2);
- знать современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в области обработки и интерпретации комплексных геолого-геофизических данных; уметь организовывать процесс сбора, обработки анализа и интерпретации комплексных геолого-геофизических данных; уметь критически оценивать, выбирать и применять в профессиональной деятельности продвинутые методы систематизации и анализа данных в выбранной сфере деятельности (ПК-3);
- знать: основные образовательные технологии, применяемые при обучении студентов и магистрантов в области геофизики, уметь проводить семинарские, лабораторные и практические занятия по сейсмологии и механике скальных пород; уметь организовывать и руководить работой студентов в условиях полевых и последующих камеральных работ; владеть навыками формулирования образовательных задач, навыками совместной подготовкой учебных исследований к презентации результатов, навыками критического оценивания работы студентов (ПК-4);
- знать особенности методов изучения физических полей Земли и используемого для этого оборудования и приборов; уметь выполнять измерения и анализировать результаты полевые и обсерваторские сейсмологические и деформографические наблюдения; владеть навыками установки и эксплуатации современного сейсмологического и деформографического оборудования и приборов (ПК-5).

В результате освоения дисциплины аспиранты будут

Знать:

- фундаментальные законы флюидодинамики, законы движения газов, жидкостей и расплавов в недрах Земли, фазовых переходов при фильтрации флюидов;
- теории происхождения нефти и формирования месторождений углеводородов, основные характеристики и состав пород-коллекторов;
- современные методы анализа геофизической информации и теории фильтрации многофазных смесей;
- современные проблемы флюидодинамики;

Уметь:

- пользоваться своими знаниями для определения основных параметров фильтрационных процессов;
- решать прямые и обратные задачи флюидодинамики;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов измерений параметров течений жидкостей и газов в пористых средах и теории;
- производить численные оценки по порядку величины;
- видеть в флюидодинамических задачах физическое содержание;
- осваивать новые области флюидодинамики, теоретические подходы и анализировать натурные данные;
- оценивать достоверность и точность получаемых результатов;

Владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования флюидодинамических задач;
- навыками грамотной обработки натуральных данных и сопоставления их с теоретическими результатами;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач флюидодинамики.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Флюидодинамика» составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов, из которых аудиторная нагрузка составляет 80 часов (лекции - 36 часов, семинары - 36 часов, контроль - 8 часов), самостоятельная работа обучающихся – 136 часов.

4.1. Структура дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Трудоемкость (ак.час)
Аудиторные занятия, в том числе:	80
Лекционные занятия (ЛЗ)	36
Семинары (С)	36
Контроль (промежуточная аттестация) (К)	8
Самостоятельная работа (СР)	136
Всего:	216

4.2. Содержание разделов дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Раздел дисциплины	Трудоемкость (ак.час)			
		всего	очная форма обучения		
			ЛЗ	С	СР
1	2	3	4	5	6
1	Флюиды в горных породах.	30	4	4	22
2	Движение жидкости и газа в проницаемом пространстве горных пород	30	4	4	22
3	Пороупругость. Роль жидкости при землетрясениях.	34	6	6	22
4	Теория происхождения нефти и формирования месторождений углеводородов	34	6	6	22
5	Методы разведки месторождений углеводородов	40	8	8	24
6	Некоторые прикладные задачи фильтрации	40	8	8	24
	Контроль (промежуточная аттестация)	8			
Итого:		216	36	36	136

4.3. Тематика аудиторных занятий

Тематика лекционных занятий

Таблица 3

№ раздела	№ лекции	Основное содержание	Кол-во (ак. час)	Литература	Форма текущей аттестации*
1	1	Понятие «флюид», распространенность и виды флюидов. Силы, определяющие миграцию флюидов в земной коре.	2	О1, О3, О6 Д3-Д4,	О
	2	Характеристики пород-коллекторов: пористость, проницаемость. Типы пористости. Методы определения пористости и проницаемости.	2	О1-О4, О6 Д1, Д4	О
2	3	Законы движения вязкой жидкости в пористом теле. Балансы массы, импульса и момента импульса.	2	О1 – О6, О9 Д1, Д5	О
	4	Уравнение Дарси, границы его применимости. Отклонения закона фильтрации от линейной зависимости. Уравнение Форхгеймера.	2	О1-О6 Д6	О
3	5	Уравнение пьезопроводности. Простейшие аналитические примеры решения задач пороупругости.	2	О1, О2, О4, О6 Д3, Д5, Д6	О
	6	Роль флюидов при подготовке землетрясений. Эффективные напряжения Терцаги. Критерий Кулона-Мора.	2	О1, О10 Д1, Д4, Д6	О
	7	Техногенная сейсмичность при воздействии на подземные флюидные системы.	2	О1, О10 Д4-Д6 Э1-Э6	О
4	8	Теории происхождения нефти. Формирование месторождений углеводородов. Типы коллекторов.	2	О1, О3, О6, О7 Д3	О
	9	Геологическое время. Относительная и абсолютная шкала времени. Геолого-стратиграфические и палеонтологические методы определения возраста пород. Физические методы оценки возраста пород.	2	О1, О7, О8 Д4	О
	10	Нефтяной пласт в массиве пород. Начальное поровое давление и водный бассейн.	2	О1, О4, О9 Д3, Д4 Э6	О
5	11	Гравиметрические, электромагнитные и магнитометрические методы разведки месторождений углеводородов.	2	О1, О10 Д6	О
	12	Простейшие прямые и обратные задачи разведки недр.	2	О1, О6 Д5	О
	13	Сейсмические методы разведки залежей углеводородов. Прямая и обратная задача для отраженной волны в двухслойной среде с наклонной отражающей границей.	2	О1, О10 Д1, Д6	О
	14	Способы построения криволинейных отражающих границ. Современные методы обработки сейсмических данных.	2	О1 Д6	О

6	15	Физические процессы при заводнении пласта. Двухфазная гидродинамика. Обобщение закона Дарси для двухфазного потока. Относительная проницаемость. Теория Бакли – Леверетта	2	О1, О2, О4-О6, О9, Д3	О
	16	Вытеснение жидкостей из пористых веществ. Неустойчивость фронта вытеснения Саффмана – Тейлора	2	О1, О3, О4-О6, О9 Д3	О
	17	Концепция упругого режима. Продуктивность скважин. Восстановление давления в скважине и параметры пласта.	2	О1, О4, Д3	О
	18	Применение алгоритмов нелинейной динамики при анализе флюидодинамических процессов.	2	О1, Д2 Э1-Э6	О
Итого:			36		

* Примечание: О – опрос (собеседование). Формы контроля не являются жесткими и могут быть заменены преподавателем на другую форму контроля. Кроме того на семинарских занятиях может проводиться работа с нормативными документами, периодическими и изданиями специальной российской и зарубежной литературы, материалами конференций и пр., что также оценивается преподавателем.

Тематика семинарских занятий

Таблица 4

№ раздела	№ занятия	Наименование	Кол-во (ак.час)	Литература
1	1	Жидкости, газы и расплавы в земной коре.	2	О1, О3, О6 Д3-Д4,
	2	Лабораторная работа по определению пористости и проницаемости.	2	О1-О4, О6 Д1, Д4
2	1	Уравнения баланса массы, импульса и момента импульса для пористой среды.	2	О1 – О6, О9 Д1, Д5
	2	Уравнение Навье-Стокса, его связь с уравнением Дарси. Различные формы модификации уравнения Дарси.	2	О1 – О6, О9 Д1, Д5
3	1	Решение задач пороупругости.	2	О1, О2, О4, О6 Д3, Д5, Д6
	2	Влияние порового давления на напряженное состояние, графическое представление критерия разрушения Кулона-Мора.	2	О1, О10 Д1, Д4, Д6
	3	Базы данных по техногенной сейсмичность, связанной с воздействием на подземные флюидные системы.	2	О1, О10 Д4 Э1-Э6
4	1	Классификация ловушек месторождений углеводородов.	2	О1, О3 Д4
	2	Рубидий-стронциевый и уран-свинцовый методы определения абсолютного возраста пород.	2	О1, О7, О8
	3	Структурные особенности месторождений углеводородов.	2	О1, О3, Д4
5	1	Методы решения прямых и обратных задач гравиметрической разведки месторождений углеводородов.	2	О1, О10 Д6
	2	Методы решения прямых и обратных задач магнитометрической разведки недр.	2	О1, О10 Д6
	3	Методы решения прямых и обратных задач сейсмической разведки залежей углеводородов.	2	О1, О10 Д1, Д6

	4	Методы построения криволинейных отражающих границ, примеры.	2	O1
6	1	Уравнение Дарси для двухфазного потока. Методы определения относительной проницаемости.	2	O1, O2, O4-O6, O9, Д3
	2	Лабораторная работа по вытеснению жидкостей из пористых веществ и неустойчивости фронта вытеснения.	2	O5
	3	Методы определения продуктивности скважин и оценки промысловых параметров пласта.	2	O2, O4
	4	Примеры использования алгоритмов нелинейной динамики для оценки характеристик состояния сложных флюидодинамических систем.	2	O1, Д2
Итого:			36	

5. Текущая и промежуточная аттестация

Текущая и промежуточная аттестация аспирантов является обязательной и проводится в соответствии с локальным актом ИДГ РАН - Положением о текущей, промежуточной и государственной итоговой аттестации аспирантов ИДГ РАН по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и фондом оценочных средств (ФОС).

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме опроса (собеседования) в рамках участия обучающихся в дискуссиях и различных контрольных мероприятиях по оцениванию фактических результатов обучения, осуществляемых преподавателем, ведущим дисциплину.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина - активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость занятий;
- степень усвоения теоретических знаний и уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы, проводимым в рамках семинаров, практических занятий и самостоятельной работы.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в виде зачета/экзамена в период зачетно-экзаменационной сессии в соответствии с Графиком учебного процесса по приказу директора. Обучающийся допускается к зачету/экзамену в случае выполнения аспирантом всех учебных заданий и мероприятий, предусмотренных настоящей программой. В случае наличия учебной задолженности (пропущенных занятий и (или) невыполненных заданий) аспирант отрабатывает пропущенные занятия и выполняет задания.

Оценивание знаний обучающегося на промежуточной аттестации осуществляется с использованием нормативных оценок на экзамене - по 4-х бальной системы (5-отлично, 4-хорошо, 3-удовлетворительно, 2-не удовлетворительно) / на зачете – зачтено (не зачтено).

Оценивание аспиранта на промежуточной аттестации в форме зачета

Таблица 5

Оценка зачета (нормативная)	Требования к знаниям и критерии выставления оценок
<i>Зачтено</i>	Аспирант при ответе демонстрирует знание содержания тем учебной дисциплины. Владеет основными понятиями и современными представлениями, имеет понятие о нерешенных проблемах, владеет подходами к решению задач в области физики Земли, флюидодинамики недр, геофизики месторождений углеводородов, имеет представление о специфике проведения полевых и лабораторных работ Способен выполнять анализ проблем и намечать пути их решения.

<i>не зачтено</i>	Аспирант при ответе демонстрирует плохое знание содержания тем учебной дисциплины. Не владеет основными понятиями и современными представлениями, не владеет подходами к решению задач в области физики Земли, флюидодинамики недр, геофизики месторождений углеводородов, имеет слабое представление о специфике проведения полевых и лабораторных работ.
-------------------	--

Оценивание аспиранта на промежуточной аттестации в форме экзамена

Таблица 6

Оценка зачета (нормативная)	Требования к знаниям и критерии выставления оценок
2, неудовлетворительно	Аспирант при ответе демонстрирует плохое знание содержания тем учебной дисциплины. Не владеет основными понятиями и современными представлениями, не владеет подходами к решению задач в области физики Земли, флюидодинамики недр, геофизики месторождений углеводородов, имеет слабое представление о специфике проведения полевых и лабораторных работ. Не информирован или слабо разбирается в нерешенных проблемах изучаемого направления.
3, удовлетворительно	Аспирант при ответе демонстрирует знания только основного материала в области физики Земли, флюидодинамики недр, геофизики месторождений углеводородов. Допускает много неточностей, недостаточно правильные формулировки, нарушает логическую последовательность в изложении. Фрагментарно разбирается в нерешенных проблемах изучаемого направления и не в состоянии предложить пути их решения
4, хорошо	Аспирант при ответе демонстрирует хорошее владение материалом и способность использования знаний в области физики Земли, флюидодинамики недр, геофизики месторождений углеводородов. Грамотно и по существу излагает материал, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности. Достаточно уверенно разбирается в нерешенных проблемах изучаемого направления, но не всегда в состоянии предложить пути их решения
5, отлично	Аспирант в ответе проявляет всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы в области физики Земли, флюидодинамики недр, геофизики месторождений углеводородов. Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает ответы на вопросы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с тестовыми вопросами и другими видами применения знаний, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение. Уверенно разбирается в нерешенных проблемах изучаемого направления. В состоянии предложить приемлемые, на его взгляд, потенциальные пути их решения.

6. Образовательные технологии

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных технологий по видам работ (лекционные занятия, научно-практические занятия, семинарские занятия, текущий контроль) по расписанию с использованием электронных учебных, методических и контролирующих пособий.

При изложении лекционного материала используются мультимедийные иллюстративные материалы, на практических занятиях проводится демонстрация работы с компьютерными моделями, а также применяются инновационные способы преподавания: метод активных лекций (лекция-гипотеза, лекция-консультация, лекция-дискуссия); метод учебного проектирования и др.

Самостоятельная работа по дисциплине включает самоподготовку к учебным занятиям по учебной литературе и с помощью электронных ресурсов. Индивидуальная работа аспирантов проходит в библиотеке ИДГ РАН, МФТИ, ИФЗ РАН и других библиотеках.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература:

Таблица 7

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания*
О1	Кочарян Г.Г., Турунтаев С.Б.	Введение в геофизику месторождений углеводородов.	М.: МФТИ	2007
О2	Баренблатт Г.И., Ентов В.М., Рыжик В.М.	Движение жидкостей и газов в природных пластах.	М.: Недра	1984
О3	Бурштар М.С.	Основы теории формирования залежей нефти и газа	М.: Недра	1973
О4	Николаевский В.Н.	Механика нефтегазоносных горных массивов	М.: Наука	1987
О5	Беляков Г.В.	Физические процессы при заводнении пласта.	М.: МФТИ	2007
О6	Спивак А.А.	Массоперенос в массивах горных пород	М.:ООО «Азбука-2000»	2007
О7	Хаин В.Е., Ломизе М.Г.:	Геотектоника с основами геодинамики	М.: КДУ	2010.
О8	Магницкий В.А.	Внутреннее строение и физика Земли.	М.: Наука,	2006.
О9	Николаевский В.Н.	Геомеханика. Т. 1: Разрушение и дилатансия. -	М.: Нефть и газ. -	2010.
О10	Кочарян Г.Г.	Деформационные процессы в массивах горных пород	М. : МФТИ,	2011

7.2. Дополнительная литература:

Таблица 8

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
Д1	Родионов В.Н., Сизов И.А., Цветков В.М.	Основы геомеханики. –	М.: Недра	1986
Д2	Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б.	Современные проблемы нелинейной динамики	Эдиториал УРСС. Москва	2002
Д3	Басниев К.С., Дмитриев Н.М., Розенберг Г.Д.	Нефтегазовая гидромеханика	Москва – Ижевск. Ин-т компьютерных исследований	2003.
Д4	Спивак А.А.	Геомеханика	М.: МФТИ	2013
Д5	Michael J. Economides, Kenneth G. Nolte	Reservoir Stimulation. 3d edition.	Wiley	2000
Д6	Любушин А.А.	Анализ данных систем геофизического и экологического мониторинга	М.: Наука,	2007

7.3. Электронные (образовательные, информационные, справочные, нормативные и т.п.) ресурсы:

Профессиональные базы данных:

- Э1. База данных Геологической службы США U.S. Geological Survey (USGS) National Earthquake Information Center (NEIC) <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/?source=sitenav>
- Э2. База данных International Seismological Center <http://www.isc.ac.uk/>
- Э3. База данных Гарвардский каталог <http://www.seismology.harvard.edu/>
- Э4. База данных IRIS <http://ds.iris.edu/seismo-archives/>
- Э5. Журнал открытого доступа «Геодинамика и тектонофизика» <http://gt.crust.irk.ru/jour>
- Э6. Публикации открытого доступа <http://www.intechopen.com>

Общие ресурсы:

- научная библиотека eLIBRARY.RU, более 20 полнотекстовых версий журналов по тематике курса;
- хранилище электронных копий всех издаваемых компанией Springer журналов <http://www.springerlink.com/>;
- электронная библиотека МФТИ <http://lib.mipt.ru/>
- федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>
- библиотека по естественным наукам Российской академии наук <http://benran.ru>

Дополнительные средства обеспечения освоения дисциплины

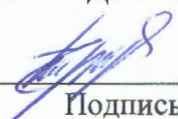

- Электронные версии основной и дополнительной литературы; комплект тестов для проведения текущей аттестации.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

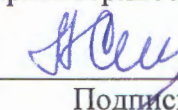
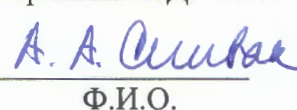
- Кабинет (рабочее место аспиранта) с компьютером и периферийными устройствами для выполнения исследовательских лабораторных и расчетно-исследовательских работ, а также прохождения компьютерных тестов.
- Студенческая аудитория.
- Кабинеты профильных лабораторий
- Конференц-зал Института, оснащенный мультимедийным оборудованием
- Мультимедийное оборудование. Компьютеры ИДГ РАН.
- Лицензированное программное обеспечение: Grapher 9.0, Acrobat Professional 9.0, Photoshop CS4, Adobe Premiere Professional, FineReader 10, Mathematica Site Kit, ABBYY Lingvo x3.

Разработчики:

С.Б. Турунтаев, доктор физ.-мат. наук
зам. директора по научной работе ИДГ РАН

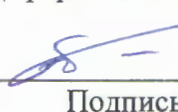
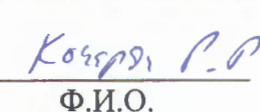
«16» 09 2014 г.  Подпись  Ф.И.О.

А.А. Спивак, профессор, доктор физико-математических наук,
заведующий лабораторией «Приповерхностной геофизики» ИДГ РАН

«16» 09 2014 г.  Подпись  Ф.И.О.

Рецензенты:

Г.Г. Кочарян, профессор, доктор физ.-мат. наук
заведующий лабораторией «Деформационных процессов в земной коре» ИДГ РАН

«17» 09 2014 г.  Подпись  Ф.И.О.

Программа курса «Флюидодинамика» рассмотрена и утверждена Ученым советом ИДГ РАН (Протокол № За/14 от 18.09.2014 г.).