

**Программа утверждена на заседании кафедры вычислительной математики  
Протокол № 4 от 27 ноября 2014 г.**

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

1. Код и наименование дисциплины (модуля): Уравнения Навье-Стокса II.
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки: 02.06.01 Компьютерные и информационные науки. Направленность программы: Вычислительная математика (научная специальность 01.01.07).
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, элективный курс по выбору кафедры, обязателен для освоения не позднее второго года обучения.
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

<b>Формируемые компетенции (код компетенции)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
УК-1 УК-4	<i>У1 (УК-1) анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов. З1 (УК-4) знать методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранных языках.</i>
ОПК-1	<i>В2 (ОПК-1) владеть навыками решения теоретических и практических задач при помощи современных программных</i>

	<i>средств.</i>
<i>ПК-1</i>	<p>З1 (ПК1) ЗНАТЬ методы функционального анализа, используемые при обосновании решений задач для уравнений математической физики и численных методов: основные и специальные разделы теории уравнений Навье-Стокса и численные методы их решения, их современные тенденции</p> <p>У1 (ПК1) УМЕТЬ использовать результаты теории уравнений математической физики и совершенствовать их с целью применения в своих исследованиях: корректно ставить задачи для системы уравнений Навье-Стокса, выбирать методы их анализа и решения, представлять и интерпретировать полученные результаты</p> <p>В1 (ПК1) ВЛАДЕТЬ навыками решения новых теоретических и практических задач в области численных методов: методами решения теоретических и прикладных задач, описываемых уравнениями Навье-Стокса; навыками создания и исследования новых актуальных теорий и направлений, востребованных в современной науке</p>

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

*Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единиц, всего 72 часа, из которых 36 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (30 часов занятия лекционного типа, 6 часов занятия семинарского типа), 8 часов мероприятия промежуточной аттестации, 28 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.*

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Предполагаются знания основ математического анализа, линейной алгебры, дифференциальных уравнений и численных методов.

8. Формат обучения: спецкурс по выбору кафедры

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Тема 1: Методы расщепления для нестационарной задачи Стокса.	10	4	2				6	4		4

Тема 2: Стационарные нелинейные уравнения Навье-Стокса. Существование и единственность решения в дву- и трехмерном случаях.	12	6					6	6		6
Тема 3: Итерационные методы для нелинейных уравнений Навье-Стокса.	12	6	2				8	4		4
Тема 4: Нелинейная нестационарная задача; случай двух пространственных переменных. Схемы расщепления.	14	6	2				8	6		6
Тема 5: Трехмерная нестационарная задача. Существование решения «в целом» для малых чисел Рейнольдса.	8	4					4	4		4
Тема 6: Уравнения динамики океана. Существование и единственность решения «в целом».	8	4					4	4		4
Промежуточная	8					8				

аттестация: экзамен										
<b>Итого</b>	72	30	6			8	44	28		28

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине (модулю).  
Списка литературы, см. 12.

11. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).

- Перечень компетенций: УК-1, УК-4, ОПК-1, ПК-1.
- Описание шкал оценивания : экзамен с оценкой по пятибалльной шкале.
- Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) и ШКАЛА оценивания <i>(критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется организацией)</i>					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
	1	2	3	4	5	
У1 (УК-1)	Отсутствие умений	Частично освоенное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные	В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач и оценка потенциальных	В целом успешно, но содержащие отдельные пробелы анализ альтернативных вариантов решения исследовательских задач и оценка потенциальных	<i>Умеет анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные</i>	экзамен в форме индивидуального собеседования

		выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	<i>выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов на примерах задач для уравнений Навье-Стокса.</i>	
31 (УК-4)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранных языках	Неполные знания методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранных языках	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранных языках	Сформированные и систематические знания методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках.	экзамен в форме индивидуального собеседования
B2 (ОПК-1)	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков построения и анализа математических моделей, решения задач при помощи современных программных средств	В целом успешное, но не систематическое применение навыков построения и анализа математических моделей, решения задач при помощи современных программных средств	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков построения и анализа математических моделей, решения задач при помощи современных программных средств	Успешное и систематическое применение навыков построения и анализа математических моделей, решения задач при помощи современных программных средств	экзамен в форме индивидуального собеседования
31 (ПК1)	Не имеет базовых знаний	Допускает существенные ошибки	Демонстрирует частичные знания	Демонстрирует знания с небольшими пробелами	Раскрывает полное содержание основных и специальных разделов теории уравнений Навье-Стокса и численных методов их решения, их современные тенденции	экзамен в форме индивидуального собеседования
	Не умеет и не	Имея базовые	Не учитывает	Не вполне готов	Готов и умеет корректно ставить	письменное

У1 (ПК1)	готов формулировать	представления о предмете, не готов формулировать задачи и выбирать методы их решения.	специфики и современного состояния предмета	выбирать методы анализа и интерпретировать	задачи для системы Навье-Стокса, выбирать методы их анализа и решения, представлять и интерпретировать полученные результаты	решение задач
В1 (ПК1)	Не владеет методами и навыками.	Владеет отдельными приемами	Владеет приемами и навыками решения основных стандартных задач	Владеет методами и навыками, но не готов оценивать востребованность конкретных задач в современной науке.	Полностью владеет методами решения теоретических и прикладных задач, описываемых уравнениями Навье-Стокса; навыками создания и исследования новых актуальных теорий и направлений, востребованных в современной науке	экзамен в форме индивидуального собеседования

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций.

1. Теорема существования "в целом" для двумерной задачи и ее отличие от трехмерного случая.
2. Сходимость итерационных методов для задачи Стокса.

## 12. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы:

1. Ладыженская О.А. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости. М.: Наука, 1970.



2. Темам Р. Уравнения Навье-Стокса. М.: Мир, 1984.
  3. Kobelkov G.M. Existence of solution «in the large» for ocean dynamics equations». J. Math. Fluid Mech., 9(2007), N4, 588-610.
  4. Kobelkov G.M. and Zalesny V.B. Existence and uniqueness of a solution to the primitive equations with stratification «in the large». Russian J. Numer. Anal. Math. Modelling, 2008, N1, 39-61.
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
  - Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости): по ситуации.
  - Описание материально-технической базы: аудиторный фонд механико-математического факультета.

13. Язык преподавания.  
русский

14. Преподаватель (преподаватели).  
профессор Георгий Михайлович Кобельков

Заведующий кафедрой  
Вычислительной математики  
профессор, д.ф.-м.н.

/Кобельков Г.М./