МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО
решением президиума ученого совета ННГУ
протокол от
«20» апреля 2021 г. № 1

Рабочая программа дисциплины

Численное моделирование динамики распределенных систем

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы
Прикладная математика и информатика (общий профиль)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Нижний Новгород
2018

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) вариативная часть	Дисциплина Б1.В.ДВ.06.05 «Численное моделирование динамики распределенных систем» относится к вариативной части ОПОП направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Дисциплина Б1.В.ДВ.06.05 «Численное моделирование динамики распределенных систем» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика». Преподается в 6 семестре, форма отчетности - зачет. Изучение данной дисциплины осуществляется на основе достигнутого уровня формирования компетенций при изучении материалов курсов математического анализа, дифференциальных уравнений, численных методов и уравнений математической физики.

Цель освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются знакомство студентов с вычислительной гидродинамикой и программным комплексом FlowVision HPC, предназначенного для численного моделирования движения жидкости и газа в различных технических и природных объектах, а также использование полученных теоретических знаний и навыков работы с программным комплексом FlowVision при решении прикладных задач.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-2 способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии (базовый этап)	***ЗНАТЬ*** *З1 (ОПК-2) Знать основные понятия, определения и уравнения движения сплошной среды; модели и методы расчета в программном комплексе FlowVision HPC.* ***УМЕТЬ*** *У1(ОПК2) строить математические и расчетные модели для численного моделирования процессов в распределенных системах с помощью программного комплекса FlowVision HPC;* ***ВЛАДЕТЬ*** *В1(ОПК2) навыками численного моделирования с использованием программного комплекса FlowVision HPC при решении конкретных задач из различных областей естествознания и техники.*
ПК-2 способность понимать, совершенствовать и	***УМЕТЬ*** *У1(ПК2) Уметь анализировать математические модели, описывающие процессы в распределенным системах, создавать расчетные модели, проводить расчет, визуализацию и анализ результатов численных исследований в программном комплексе FlowVision HPC, проверять корректность полученного численного решения.*

применять современный математический аппарат (базовый этап)	***ВЛАДЕТЬ*** *В1(ПК2) приемами обработки и представления результатов численного моделирования с использованием программного комплекса FlowVision HPC при решении конкретных прикладных задач.*
ПК-5 способность осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") и в других источниках (базовый этап)	***УМЕТЬ*** *У1(ПК5) Осуществлять поисковые запросы в сети «Интернет» и проводить профессиональный анализ найденных источников в предметной области курса.* *У2(ПК5) Находить и анализировать информацию в учебно-методической литературе по предметной области курса.* ***ВЛАДЕТЬ*** *В1(ПК5)* • *методами поиска, анализа и обработки информации* • *поисковыми системами сети Интернет* • *поисковой системой фундаментальной библиотеки ННГУ*

3. Структура и содержание дисциплины «Численное моделирование динамики распределенных систем»

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых **33** часа составляет **контактная работа** обучающегося с преподавателем:
16 часов занятия лекционного типа,
16 часов практические занятия,
1 час мероприятия промежуточной аттестации,
39 часов составляет **самостоятельная работа** обучающегося.

Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, **форма промежуточной аттестации по дисциплине**	**Всего (часы)**	в том числе					
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					**Самостоятельная работа студента часы**
		Занятия лекционного типа	**Занятия семинарского типа**	**Лабораторные работы**		**Всего контактных часов**	**Всего СРС**
1.Введение **Основы векторного анализа**	**2**	1				**1**	1

Основные понятия и уравнения сплошной среды Кинематика деформируемой среды. Точка зрения Эйлера и Лагранжа на изучение движения сплошной среды.							
2.Идеальная жидкость Уравнение непрерывности. Уравнение Эйлера. Граничные и начальные условия. Гидростатика, уравнение Бернулли. Поток энергии, поток импульса. Сохранение циркуляции скорости. Потенциальное движение жидкости. Несжимаемая жидкость.	**9**	3	1			**4**	**5**
3.Вязкая жидкость Уравнения движения вязкой жидкости. Закон подобия. Диссипация энергии в несжимаемой жидкости. Течение по трубе. Движение жидкости между вращающимися цилиндрами. Ламинарное движение жидкости. Турбулентность.	**8**	2	1			**3**	**5**
4.Пограничный слой Общие сведения из теории пограничного слоя. Ламинарный пограничный слой. Логарифмический профиль скоростей. Переход из ламинарной формы в турбулентную. Турбулентное течение в трубе. Турбулентный пограничный слой. Теплопередача в пограничном слое.	**6**	1				**1**	**5**
5.Теплопроводность Основной закон теплопередачи.	**10**	4	1			**5**	**5**
6.Конвективный теплообмен Общие понятия и определения. Дифференциальные уравнения теплообмена. Основы теории подобия.	**8**	2	1			**3**	**5**
7.Теплообмен в жидкостях и газах Теплопередача при течении жидкости в трубах. Теплоотдача при свободной конвекции. Теплоотдача при обтекании плоской поверхности (пластин).	**7**	2				**2**	**5**
8.Состав и назначение основных модулей программного комплекса FlowVision HPC. Алгоритм моделирования в FlowVision HPC О вычислительной гидродинамике и программном комплексе FlowVision. Графический интерфейс пользователя. Основные модули ПК FlowVision: препроцессор, солвер, постпроцессор – назначение и функции. Создание геометрии (расчетной области) задачи с использованием пакета SolidWorks, Физико-математическая постановка задачи: выбор математической модели, ввод физических параметров, ввод начальных и граничных условий. Подготовка к численному моделированию: построение расчетной сетки, ввод параметров численного расчета. Расчет с помощью солвера. Подготовка к визуализации результатов: визуализация скалярных полей, визуализация интегральных характеристик течения, визуализация векторного поля скорости.	**21**		11			**11**	**10**
В т.ч. текущий контроль	2						
Промежуточная аттестация - Зачет.							

Практические занятия

Практические занятия предназначены для закрепления теоретического материала и получения практических навыков работы с программным комплексом FlowVision. На

практических занятиях планируется решение классических задач гидродинамики с помощью программного комплекса FlowVision, а также проверка корректности численного решения путем сопоставления с аналитическим решением.

4. Образовательные технологии

Используются активные и интерактивные образовательные технологии в форме лекций и практических занятий.

1. **Лекция-информация.** Ориентирована на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению и запоминанию.
2. **Лекция-беседа**, или «диалог с аудиторией», является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения студентов в учебный процесс. Эта лекция предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание слушателей к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей обучаемых.
   К участию в лекции-беседе можно привлечь, задав слушателям вопросы в начале лекции и по ее ходу. Вопросы могут, быть информационного и проблемного характера, для выяснения мнений и уровня осведомленности по рассматриваемой теме, степени их готовности к восприятию последующего материала. Вопросы адресуются всей аудитории. Слушатели отвечают с мест. С учетом разногласий или единодушия в ответах преподаватель строит свои дальнейшие рассуждения, имея при этом возможность, наиболее доказательно изложить очередное понятие лекционного материала.
   Вопросы могут быть как простыми для того, чтобы сосредоточить внимание слушателей на отдельных аспектах темы, так и проблемные. Обучаемый, продумывая ответ на заданный вопрос, получает возможность самостоятельно прийти к тем выводам и обобщениям, которые преподаватель должен был сообщить им в качестве новых знаний, либо понять важность обсуждаемой темы, что повышает интерес, и степень восприятия материла слушателями.
   Во время проведения лекции-беседы задаваемые вопросы не должны оставаться без ответов, иначе они будут носить риторический характер, не обеспечивая достаточной активизации мышления обучаемых.
3. **Лекция-консультация** по типу **«вопросы—ответы»**. Лектор отвечает в течение лекционного времени на вопросы студентов по всем разделу или всему курсу. Проводится перед промежуточной аттестацией.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

a. Виды самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студента заключается

1. В ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам, указанным в списке литературы
2. В выполнении практических заданий и оформлении отчета о проделанной работе в виде, близком к формату научного отчета.
3. В подготовке ответов на вопросы для собеседования.

Самостоятельная работа под контролем преподавателя направлена на активизацию познавательной деятельности студента и установление «обратной связи» между студентом и преподавателем.

b. Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов

1. Руководство пользователя. Программный комплекс FlowVision HPC, версия 3.08.04. ООО «ТЕСИС».

6. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**, включающий:

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Оценка уровня формирования компетенции ОПК- 2

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	Шкала оценивания
Знать З1 (ОПК-2) Знать основные понятия, определения и уравнения движения сплошной среды; модели и методы расчета в программном комплексе FlowVision HPC. Уметь У1(ОПК2) строить математические и расчетные модели для численного моделирования процессов в распределенных системах с помощью программного комплекса FlowVision HPC; Владеть В1(ОПК2) навыками численного моделирования с использованием программного комплекса FlowVision HPC при решении конкретных задач из различных областей естествознания и техники.	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач, полное отсутствие умений и навыков, предусмотренных компетенцией.	Плохой уровень формирования компетенции. «Плохо»
	Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие умений и навыков, предусмотренных данной компетенцией	Неудовлетворительный уровень формирования компетенции. «неудовлетворительно»
	Знать некоторые основные понятия, определения уравнения сплошной среды, модели и методы для численного моделирования. **Уметь** У1 с погрешностями. **Владеть** некоторыми основными умениями и навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях.	Удовлетворительный уровень формирования компетенции. «Удовлетворительно»
	Знать большинство основных понятий, определений сплошной среды, модели и методы для численного моделирования. **Уметь** У1 с незначительными погрешностями. **Владеть** основными умениями и навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях	Хороший уровень формирования компетенции. «Хорошо»

	Знать основные понятия, определения уравнения сплошной среды, модели и методы для численного моделирования **Уметь** У1 с незначительными погрешностями. **Владеть** всеми основными умениями и навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях	Очень хороший уровень формирования компетенции «Очень хорошо»
	Знать основные понятия, модели и методы для численного моделирования. **Уметь** У1 в полном объеме. **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях.	Отличный уровень формирования компетенции «Отлично»
	Знать основной и дополнительный материал без ошибок и погрешностей. **Уметь** У1 в полном объеме. Свободно **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях.	Превосходный уровень формирования компетенции «Превосходно»

Оценка уровня формирования компетенции ПК- 2

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	Шкала оценивания
Уметь У1(ПК2) Уметь анализировать математические модели, описывающие процессы в распределенным системах, создавать расчетные модели, проводить расчет, визуализацию и анализ результатов численных исследований в программном комплексе FlowVision HPC, проверять корректность полученного численного решения. Владеть В1(ПК2) приемами обработки и представления результатов численного	Отсутствие способности решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией.	Плохой уровень формирования компетенции. «Плохо»
	Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией	Неудовлетворительный уровень формирования компетенции. «неудовлетворительно»

моделирования с использованием программного комплекса FlowVision HPC при решении конкретных прикладных задач.	**Уметь** У1 с погрешностями. **Владеть** некоторыми основными понятиями и навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях .	Удовлетворительный уровень формирования компетенции. «Удовлетворительно»
	Уметь У1 с незначительными погрешностями. **Владеть** основными понятиями и навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях	Хороший уровень формирования компетенции. «Хорошо»
	Уметь У1 с незначительными погрешностями. **Владеть** всеми основными понятиями и навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях	Очень хороший уровень формирования компетенции «Очень хорошо»
	Уметь У1 в полном объеме. **Владеть** всеми понятиями и навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях.	Отличный уровень формирования компетенции «Отлично»
	Знать основной и дополнительный материал без ошибок и погрешностей. **Уметь** У1 в полном объеме. Свободно **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях.	Превосходный уровень формирования компетенции «Превосходно»

Оценка уровня формирования компетенции ПК- 5

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	Шкала оценивания
Уметь У1(ПК5) Осуществлять поисковые запросы в сети «Интернет» и проводить профессиональный анализ найденных источников в предметной области курса. У2(ПК5) Находить и анализировать информацию в учебно-методической литературе по предметной области курса. Владеть В1(ПК5) • методами поиска, анализа и обработки информации • поисковыми системами сети Интернет	Отсутствие умений и навыков, предусмотренных компетенцией.	Плохой уровень формирования компетенции. «Плохо»
	Отсутствие умений и навыков, предусмотренных данной компетенцией	Неудовлетворительный уровень формирования компетенции. «неудовлетворительно»
	Уметь У1, У2 с погрешностями. **Владеть** некоторыми основными понятиями и навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях	Удовлетворительный уровень формирования компетенции. «Удовлетворительно»

• поисковой системой фундаментальной библиотеки ННГУ	.	
	Уметь У1, У2 с незначительными погрешностями. **Владеть** основными понятиями и навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях	Хороший уровень формирования компетенции. «Хорошо»
	Уметь У1, У2 с незначительными погрешностями. **Владеть** всеми основными понятиями и навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях	Очень хороший уровень формирования компетенции «Очень хорошо»
	Уметь У1, У2 в полном объеме. **Владеть** всеми понятиями и навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях.	Отличный уровень формирования компетенции «Отлично»
	Уметь У1, У2 в полном объеме. Свободно **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях.	Превосходный уровень формирования компетенции «Превосходно»

Карта компетенций для оценивания умений и навыков

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
Умения У1(ОПК2), У1(ПК2), У1(ПК5), У2(ПК5).	отсутствует способность решения стандартных задач	наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	способность решения основных стандартных задач с негрубыми ошибками	способность решения всех стандартных задач с незначительными погрешностями	способность решения всех стандартных задач без ошибок и погрешностей	Способность решения стандартных и некоторых нестандартных задач	способность решения стандартных задач и широкого круга нестандартных задач
Навыки В1(ОПК2), В1(ПК2), В1(ПК5).	полное отсутствие навыков, предусмотренных	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенц	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартны	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартн	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и

	компетенцией	ией		х ситуациях	ых ситуациях	ситуациях	нестандартных ситуациях

6.2. Описание шкал оценивания

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде зачета.
Зачет принимается в виде собеседования по теоретическим вопросам для зачета (представленным в п.6.4.), с учетом результатов выполненных практических заданий. Если по ним студент имеет задолженности, то на зачете он должен выполнить предложенные преподавателем практические задания, тип которых соответствует форме его задолженности.

Для оценивания результатов учебной деятельности студентов при изучении дисциплины «Численное моделирование динамики распределенных систем» используется балльная система оценки учебной работы студентов. По результатам итоговой аттестации проставляются оценки «Зачтено» (соответствует уровням оценки компетенций «удовлетворительно» и выше) и «Не зачтено» (соответствует уровням оценки компетенций «плохо» и «неудовлетворительно»).

Индикаторы компетенции	**ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**						
	плохо	**неудовлетворительно**	**удовлетворительно**	**хорошо**	**очень хорошо**	**отлично**	**превосходно**
	Не зачтено		**Зачтено**				
Полнота знаний	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
Наличие умений	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубым	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены	Продемонстрированы все основные умения,решены все основные задачи с отдельными	Продемонстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в

	умений вследствие отказа обучающегося от ответа	Имели место грубые ошибки.	и ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	несущественнымнедочетами, выполнены все задания в полном объеме.	полном Объеме без недочетов
Наличие навыков (владение опытом)	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
Мотивация(личностное отношение)	Полное отсутствие учебной активности и мотивации	Учебная активность и мотивация слабо выражены, готовность решать поставленные задачи качественно отсутствуют	Учебная активность и мотивация низкие, слабо выражены, стремление решать задачи качественно	Учебная активность и мотивация проявляются на среднем уровне, демонстрируется готовность выполнять поставленные задачи на среднем уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на уровне выше среднего, демонстрируется готовность выполнять большинство поставленных задач на высоком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять все поставленные задачи на высоком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на очень высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять нестандартные дополнительные задачи на высоком уровне качества
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция в не сформирована. отсутствуют знания, умения, навыки,	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний,	Сформированность компетенции соответствует минимальным	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям, но есть	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям.	Сформированность компетенции полностью соответствует требования	Сформированность компетенции превышает стандартные требования. Имеющихся знаний,

	необходимые для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.	недочеты. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по некоторым профессиональным задачам.	Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.	м. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.	умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для применения творческого подхода к решению сложных практических (профессиональных) задач.
Уровень сформированности компетенций	Нулевой	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	Очень высокий
Баллы, %	0-30	31-50	51-70	71-85	86-90	91-98	99-100

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- устные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используется:

- выполнение практических заданий (ПЗ), включающих постановку учебной задачи и ее реализацию с использованием численного моделирования в программном комплексе FlowVision.

Практические задания оцениваются как «выполнено (1-0,5 балла)» или «не выполнено 0 баллов». В случае неправильного выполнения ПЗ студент должен его переделать и заново сдать преподавателю. Положительным результатом освоения компетенций дисциплины является правильное выполнение всех ПЗ.

Оценки по практическим заданиям и устному опросу учитываются при выставлении зачета.

Критерии оценивания на зачете

Оценка	Уровень подготовки
Зачтено	Полностью выполнены практические задания, даны не менее 3 правильных ответов на 5 теоретических вопросов. При наличии задолженностей выполнены дополнительные практические задания без грубых ошибок.
Не зачтено	Наличие задолженностей по практическим заданиям, выполнение дополнительных практических заданий с грубыми ошибками, менее 3 правильных ответов на 5 теоретических вопросов.

Критерии оценок за выполнение практического задания
(каждое задание оценивается в 1 балл)

Практическое задание выполнено в полном объеме, отчет правильно и аккуратно оформлен	1	Превосходно	Зачтено
		Отлично	
Практическое задание выполнен в полном объеме, но отчет не аккуратно оформлен	0,75	Очень хорошо	
		Хорошо	
Практическое задание выполнено в полном объеме, но не достаточно самостоятельно, отчет оформлен	0,5	Удовлетворительно	
Практическое задание не выполнено	0	Неудовлетворительно	Не зачтено
		Плохо	

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Вопросы для собеседования для оценивания результатов обучения в виде знаний З1(ОПК2) формирования ОПК-2.

1. Основные гипотезы сплошной среды.
2. Точка зрения Эйлера и Лагранжа на изучение движения сплошной среды.
3. Уравнение непрерывности.
4. Уравнение Эйлера.
5. Граничные и начальные условия.
6. Гидростатика, уравнение Бернулли.
7. Поток энергии, поток импульса.
8. Сохранение циркуляции скорости.
9. Потенциальное движение.
10. Определение несжимаемой жидкости.
11. Определение вязкой жидкости
12. Уравнения движения вязкой жидкости.
13. Закон подобия.
14. Диссипация энергии в несжимаемой жидкости.
15. Течение жидкости по трубе постоянного сечения.
16. Течение жидкости по трубе переменного сечения.
17. Движение жидкости между вращающимися цилиндрами.
18. Движение жидкости между вращающимися сферами.
19. Ламинарное движение жидкости.
20. Турбулентность.

21. Ламинарный пограничный слой.
22. Логарифмический профиль скоростей.
23. Переход из ламинарной формы в турбулентную.
24. Турбулентное течение в трубе.
25. Турбулентный пограничный слой.
26. Теплопередача в пограничном слое.
27. Основной закон теплопередачи.
28. Определение конвекции.
29. Определение конвективного теплообмена.
30. Дифференциальные уравнения теплообмена.
31. Теплопередача при течении жидкости в трубах.
32. Теплоотдача при свободной конвекции.
33. Основные модули ПК FlowVision: препроцессор, солвер, постпроцессор.
34. Физико-математическая постановка задачи: выбор математической модели, ввод физических параметров, ввод начальных и граничных условий.
35. Виды и построение расчетной сетки, параметры численного расчета.
36. Подготовка к визуализации результатов: визуализация скалярных полей, визуализация интегральных характеристик течения, визуализация векторного поля скорости.

Перечень тем практических заданий для оценивания результатов обучения в виде умений У1(ОПК2), У1(ПК2), У1,У2(ПК5) и владений В1(ОПК2), В1(ПК2), В1(ПК5) формирования ОПК-2, ПК-2, ПК-5.

№ п.п.	Тема	Форма текущего контроля
1	Численное моделирование ламинарного течения вязкой несжимаемой жидкости в трубе	Практическое задание № 1
2	Численное моделирование течения вязкой несжимаемой жидкости в канале переменного сечения	Практическое задание № 2
3	Численное моделирование движения вязкой несжимаемой жидкости во вращающемся баке	Практическое задание № 3
4	Численное моделирование обтекания круглого цилиндра вязкой несжимаемой жидкостью	Практическое задание № 4
5	Численное моделирование падения шара в вязкой несжимаемой жидкости	Практическое задание № 5
6	Численное моделирование движения вязкой несжимаемой жидкости между вращающимися сферами	Практическое задание № 6

Вопросы к зачету для оценивания результатов обучения в виде знаний З1(ОПК2) формирования ОПК-2.

1. Предмет и методы механики сплошной среды. Основные гипотезы сплошной среды. Точка зрения Эйлера и Лагранжа на изучение движения сплошной среды.
2. Уравнение непрерывности. Уравнение Эйлера. Граничные и начальные условия.
3. Гидростатика, уравнение Бернулли.
4. Поток энергии, поток импульса.
5. Сохранение циркуляции скорости.
6. Потенциальное движение.
7. Несжимаемая жидкость.
8. Уравнения движения вязкой жидкости.
9. Закон подобия.
10. Ламинарное движение жидкости.
11. Турбулентность.

12. Течение по трубе.
13. Движение жидкости между вращающимися цилиндрами.
14. Движение жидкости между вращающимися сферами.
15. Ламинарный пограничный слой.
16. Логарифмический профиль скоростей.
17. Переход из ламинарной формы в турбулентную.
18. Турбулентное течение в трубе.
19. Турбулентный пограничный слой.
20. Теплопередача в пограничном слое.
21. Основной закон теплопередачи.
22. Конвективный теплообмен.
23. Дифференциальные уравнения теплообмена.
24. Теплопередача при течении жидкости в трубах.
25. Теплоотдача при свободной конвекции.

6.5.Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учебное пособие: Для вузов в 10 т. Т. VI Гидродинамика. 5-е изд., стереот. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 736 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2232#authors
2. Давыдова М.А. Лекции по гидродинамике: Учебное пособие: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 216 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5264#authors
3. Полежаев В.И., Бунэ А.В., Верезуб Н.А. и др. Математическое моделирование конвективного тепломассообмена на основе уравнений Навье - Стокса. М.: Наука, 1987 (djvu) http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/fluid.htm

б) дополнительная литература:

1. Черняк В.Г. Механика сплошных сред: Учебное пособие: Для вузов / Черняк В.Г., Суетин П.Е. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 532 с. (доступно в ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА», режим доступа: http://www.studentlibrary.ru)
2. Слезкин Н.А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. М.: ГИТТЛ, 1955 (djvu) http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/fluid.htm

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Программный комплекс FlowVision HPC версия 3.08.04. (лицензия).

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной

техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ. Наличие рекомендованной литературы.

Лицензионное программное обеспечение:

- Операционные системы семейства Microsoft Windows, – лицензия по подписке Microsoft Imagine;
- Программный комплекс FlowVision HPC v.3.08.04, – лицензионное ПО.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Автор:

к.ф.-м.н. _____ А.В. Грезина

Рецензент: _____

И.о. заведующего кафедрой прикладной математики,

д.ф.-м.н., проф.____ М.В. Иванченко

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики
от 24.02.2021 года, протокол № 5.