

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**КАФЕДРА ФИЗИКИ НЕРАВНОВЕСНЫХ ПРОЦЕССОВ МЕТРОЛОГИИ И
ЭКОЛОГИИ им. И.Л. ПОВХА**

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической
и учебной работе

Е.И. Скафа

«22» апреля 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Вычислительная гидродинамика»

название учебной дисциплины

Направление подготовки: 16.04.01 Техническая физика

Магистерская программа: -

Образовательная программа: академическая магистратура

Квалификация: магистр

Форма обучения: очная, заочная

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана физико-технического
факультета

 С.А. Фоменко

подпись

«17» апреля 2020 г.

МП

Программа учебной дисциплины «Вычислительная гидродинамика»
название дисциплины

составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования направления подготовки 16.04.01 Техническая физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «21» ноября 2014 г. № 1486;


на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики (ГОС ВПО ДНР) направления подготовки 16.04.01 Техническая физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от «16» мая 2019 г. №640;

Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.;

учебного плана и основной образовательной программы магистратуры, направления подготовки 16.04.01 Техническая физика, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Доцент кафедры физики неравновесных процессов, метрологии и экологии им. И.Л. Повха

 С.В. Гридин

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры физики неравновесных процессов, метрологии и экологии им. И.Л. Повха

Протокол № 17 от «02» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой

 В.В. Белоусов

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-технического факультета

Протокол № 5 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической
комиссии физико-технического факультета

 В.Н. Котенко

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина относится к вариативной части учебного цикла –ПБ ВС 9.1

Дисциплина «Вычислительная гидродинамика» изучается в 3 семестре. Для освоения дисциплины, обучающимся необходимо знание обязательного минимума содержания среднего (полного) образования по математике и информатике. Обучающиеся должны иметь навыки работы с научной и справочной литературой; пользования ЭВМ.

Объектами деятельности по данной дисциплине могут быть математические модели гидродинамики, возникающие в связи с многочисленными приложениями в естествознании и технике. Их исследование основывается на современных аналитических подходах, среди которых выделяются теоретико-групповые методы построения точных решений, асимптотические методы построения приближенных решений, функциональноаналитические методы исследования начально-краевых задач. Кроме того, используются пакеты программ символьных вычислений, сочетающие в себе преимущества аналитического и численного подходов.

Освоение дисциплины «Пакеты прикладных программ» необходимо для изучения следующих дисциплин вариативной части естественнонаучного цикла 2.ЕН:

- - ПБ. Б2 Общая физика
- ПБ.Б12 Дифференциальные уравнения. Интегральные уравнения и вариационное исчисление
- ПБ.Б16 Информационные технологии
- ПБ.Б42 «Математический анализ»
- ПБ.Б01 Информатика)
- ПБ.Б16 Программирование и математическое моделирование

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	16.04.01 Техническая физика	
Магистерская программа		
Образовательная программа	академическая магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	3(9)	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Профессиональный блок, базовая часть	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	Зачет, модульный контроль	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	4	4
Год подготовки	2020	2020
Семестр	3	2
Количество часов	144	144
- лекционных	14	2
- практических, семинарских	28	4
- лабораторных	14	6
- самостоятельной работы	88	132

в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	10	
в т.ч. аудиторных	4	

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи

Цель изучения дисциплины формирование умений студентов применять и настраивать пакеты программ для решения прикладных задач. В результате изучения дисциплины студент должен: иметь представление: - о многообразии инструментальных и прикладных программных средств; - о проблемах и перспективах развития программного обеспечения; состав и структуру пакетов прикладных программ, виды интерфейсов, функциональное и системное наполнение пакетов; уметь: - использовать пакеты прикладных программ; - осуществлять программирование в среде пакета прикладных программ; - осуществлять интеграцию пакета прикладных программ с другими программами. Программа рассчитана на 56 часа, в том числе 42 часа отводится на практические и лабораторные работы. На самостоятельную работу студентов отводится 88 часов. Для закрепления теоретических знаний и приобретения необходимых практических навыков и умений программой дисциплины предусматривается проведение практических занятий и лабораторных работ. С целью увеличения времени для отработки умений и навыков студентов планируется часть занятий проводить с одновременной выдачей теоретического материала и закреплением знаний на практике. Формой промежуточного контроля знаний студентов является зачет

Требования к результатам освоения ООП по профилю подготовки «Техническая физика» Магистр по профилю «Техническая физика» в соответствии с целями ООП и задачами профессиональной деятельности должен обладать следующими компетенциями.

4.1. Общекультурные компетенции (ОК)

- способность работать в междисциплинарной команде (ОК-1);
- способность общаться со специалистами из других областей (ОК-2);
- способность к активной социальной мобильности и работе в международной среде (ОК-3);
- глубокое знание правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов (ОК-4);
- способность порождать новые идеи (ОК-5);
- способность работать самостоятельно, забота о качестве, стремление к успеху (ОК-6);
- способность к организации научно-исследовательских и научнопроизводственных работ, к управлению научным коллективом (ОК-7);
- способность к проявлению инициативы и лидерских качеств (ОК-8);
- способность к организации и планированию (ОК-9);
- умение находить, анализировать и контекстно обрабатывать информацию, в том числе относящуюся к новым областям знаний, непосредственно не связанным со сферой профессиональной деятельности (ОК-10).

4.2. Профессиональные компетенции (ПК)

- научно-исследовательская и научно-изыскательская деятельность: о владение методами математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук (ПК-1);

- владение методами математического и алгоритмического моделирования при анализе проблем техники и естествознания (ПК-2);
- способность к интенсивной научно-исследовательской и научноисследовательской деятельности (ПК-3); о способность создавать и исследовать новые математические модели реальных тел и конструкций (ПК-4);
- глубокое понимание теории эксперимента (ПК-5);
- способность к нахождению из определяющих экспериментов материальных функций (функционалов, постоянных) в моделях реальных тел и сред (ПК-6);
- способность к самостоятельному анализу физических аспектов в классических постановках математических задач и задач механики (ПК-7);
- умение публично представить собственные новые научные результаты (ПК-8); • производственно-технологическая деятельность:
- умение ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики, совершенствовать, углублять и развивать математическую теорию и физико-механические модели, лежащие в их основе (ПК-9);
- способность к собственному видению прикладного аспекта в строгих математических формулировках (ПК-10);
- способность к творческому применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных специализированных программных комплексах (ПК-11);
- организационно-управленческая деятельность: о способность к определению общих форм, закономерностей, инструментальных средств для групп дисциплин (ПК-12); о способность к самостоятельному построению целостной картины дисциплины (ПК-13);
- владение методами физического и математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин, теории, эксперимента и компьютерных наук (ПК-14);
- способность различным образом представлять и адаптировать математические знания с учетом уровня аудитории (ПК-15);
- способность к управлению и руководству научной работой коллективов (ПК-16); о умение формулировать в проблемно-задачной форме нематематические типы знания (в том числе гуманитарные) (ПК-17);
- преподавательская деятельность:
- способность к преподаванию физико-математических дисциплин и информатики в средних специальных и высших учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения (ПК-18);
- умением извлекать актуальную научно-техническую информацию из электронных библиотек, реферативных журналов (ПК-19).

Задачи дисциплины

- освоение студентами базовых знаний в области вычислительных методов, используемых при математическом моделировании физических процессов и численного анализа результатов физических экспериментов;
- приобретение студентами знаний в области компьютерного моделирования сложных физических процессов;
- оказание консультаций и помощи студентам при освоении вычислительных методов и построения математических моделей;
- приобретение навыков компьютерного моделирования при исследованиях широкого круга физических процессов;
- формирование умений и навыков применять полученные знания для решения сложных физических задач и самостоятельного анализа полученных результатов.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

. Разделы базового обязательного модуля дисциплины и
трудоемкость по видам занятий (в часах)

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Общая трудоемкость всего	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости и Форма промежуто чной аттестации
					Учебная работа			Сам. Раб.	
					Лекц.	Пр.	Лаб. раб		
1	Основные свойства конечно-разностных схем	3	1,2	4	1	2	1	7	
2	Методы решения уравнений газовой динамики в лагранжевых координатах.	3	3	5	1	4	1	7	Защита л.р.
3	Методы решения уравнений газовой динамики со скачками.	3	4	5	1	2	2	7	Защита л.р.
4	Методы решения задач газовой динамики в эйлеровых координатах.	3	5	8	2	4	2	7	Защита л.р.
5	Методы частиц для решения задач газовой динамики.	3	6	6	2	2	2	10	
6	Методы частиц для решения задач физики высокотемпературной конвекции	3	7,8	7	1	4	2	10	Защита л.р.
7	Стохастические методы решения уравнения диффузионного типа	3	9	5	1	2	2	7	Защита л.р.
8	Решение задач переноса методом Монте-Карло.	3	10,11	6	2	2	2	7	
9	Компьютерная обработка результатов измерений в экспериментальной физике.	3	12	5	1	2	2	7	
10	Применения метода регуляризации Тихонова для	3	13	5	1	2	2	7	

	решения обратных задач анализа измерений								
11	Применение пакетов прикладных программ для задач Вычислительной гидродинамики	3	14	1	1	0	0	7	
12	Пространственные методы решения задач гидродинамики	3		1	1	0	0	5	

6. Методы частиц для решения задач газовой динамики. 7. Методы частиц для решения задач физики высокотемпературной плазмы. 8.. 9. 10. Моделирование физических процессов методом молекулярной динамики. Уравнения динамики частиц. Потенциал межчастичных взаимодействий. Метод Верле решения уравнений динамики. Расчёт макроскопических характеристик среды. 11.. 12. Элементы теории оценки параметров и теории испытания статистических гипотез. Оценка параметров наблюдений. Построение доверительных интервалов. Установление корреляционных связей. Теория испытания статистических гипотез. Проверка гипотез о равенстве математических ожиданий, о равенстве дисперсий, о резко выделяющихся наблюдениях. Проверка гипотезы о подчинении исходных случайных величин заданному закону распределений. 13. П

Содержание дисциплины Содержание разделов базового обязательного модуля дисциплины

4.2.1 Содержание лекционного курса

№	Наименование раздела, тем дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Основные свойства конечно-разностных схем.	Погрешности при переходе к конечноразностным схемам. Знакомство с основными свойствами (аппроксимация, сходимость, устойчивость) конечноразностных схем на примере простейшего уравнения переноса $U_t + cU_x = 0$. Явные и не явные схемы, схемы предиктор-корректор, трехуровневые схемы, схема Лакса-Вендрова. Определение устойчивости схем по Нейману. Критерий Куранта. Вычислительная вязкость и вычислительная дисперсия. Оценка вычислительных вязкостей и дисперсий. Искажения фазовых и групповых скоростей. Нарушение принципа причинности. Схемы против потока, сохраняющие принцип причинности
	Методы решения уравнений газовой динамики в лагранжевых координатах	Лагранжевое и эйлеровое представление уравнений газовой динамики. Явные и неявные схемы решения одномерных уравнений газовой динамики в лагранжевых координатах. Метод «Крест». Консервативные и дивергентные схемы. Нарушение закона сохранения полной энергии в неконсервативных схемах. Полностью консервативные схемы решения уравнений газовой динамики. Схемы решения многомерных уравнений газовой динамики в лагранжевых координатах.
	Методы решения уравнений газовой динамики со скачками	Метод характеристик. Ударные волны и волны разряжения в газовой динамике. Условия на газодинамических скачках. Сквозной расчёт течений с газодинамическими скачками. Понятие об искусственной

		вязкости. Критерий Куранта для газодинамических задач
	Методы решения задач газовой динамики в эйлеровых координатах	Метод Годунова. Решение уравнений газовой динамики методом конечных объемов. Лагранжево-эйлеровые схемы. Метод расщепления для решения уравнений несжимающей жидкости
	Методы частиц для решения задач газовой динамики	Метод частиц в ячейках Харлоу для уравнений газовой динамики. Расчёт многокомпонентных сред. Специфические свойства метода частиц в ячейках. Метод «крупных» частиц. Расчёт в смежных ячейках. Метод сглаженных частиц для решения задач о высокоскоростных контактных взаимодействиях (SPH - метод).
	Методы частиц для решения задач физики высокотемпературной конвекции	Решение кинетического уравнения Власова для высокотемпературной плазмы методом частиц в ячейках (PIC – метод). Решение уравнения Власова методом облаков в ячейках. Вариационный метод построения схем с заданными свойствами для решения уравнений Власова.
	Стохастические методы решения уравнения диффузионного типа.	Метод решения кинетического уравнения Фоккера-Планка путём перехода к системе стохастических уравнений Ланжевена. Численные методы решения стохастических уравнений в статистике Ито и статистике Стратоновича
	Решение задач переноса методом Монте-Карло.	Математическая постановка задачи и идея метода Монте-Карло. Модели полевых и пробных частиц. Статистическая модель столкновения частиц. Расчёт макроскопических характеристик среды.
	Компьютерная обработка результатов измерений в экспериментальной физике	Дискретизация сигналов. Теорема Котельникова. Погрешность дискретизации и восстановление сигналов по отсчётам. Разложение сигналов по конечномерному ортогональному базису. Поэлементное квантование.
	Применения метода регуляризации Тихонова для решения обратных задач анализа измерений.	Связь между наблюдаемыми и реальными физическими параметрами. Некорректность решения обратных задач. Метод регуляризации по Тихонову.
	Применение пакетов прикладных программ для задач Вычислительной гидродинамики	Расчеты с помощью пакетов прикладных программ: ANSYS, COMSOL, FLOWVISION
	Пространственные методы решения задач гидродинамики	Вид уравнения Навье-Стокса для трехмерного случая. Формирование граничных условий.

5. СОДЕРЖАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№	Наименование раздела, тем дисциплины	Содержание раздела дисциплины	2
1	Пакеты прикладных программ. Их виды	Пакет Comsol mylte physic, Flowvision. Ansys.	4
	Состав и структура пакета	Создание конфигурации перечисленных пакетов	2
	Функциональное и системное направление	Построение геометрии объекта и выбор метода решения	4

	пакета		
	Режим исполнения систем	Формирование граничных условий	2
	Работа с объектами методанных	Тестовые просчеты	4
	Встроенные функции	Расчет обтекания цилиндра	2
	Управляющие операторы и конструкции	Расчет гидродинамических и теплообменных процессов при обтекании цилиндра	2
	Управляющие операторы и конструкции	Построение сложных гидродинамических и теплообменных систем	2 2
	Сопровождение пакета	Оформление пакета	2

6. СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№	Наименование раздела, тем дисциплины	Пакет Comsol mylte physic, Flowvision. Ansys.	1
1	Пакеты прикладных программ. Их виды	Создание конфигурации перечисленных пакетов	1
	Состав и структура пакета	Построение геометрии объекта и выбор метода решения	2
	Функциональное и системное направление пакета	Формирование граничных условий	2
	Режим исполнения систем	Тестовые просчеты	2
	Работа с объектами методанных	Расчет обтекания цилиндра	2
	Встроенные функции	Расчет гидродинамических и теплообменных процессов при обтекании цилиндра	2
	Управляющие операторы и конструкции	Построение сложных гидродинамических и теплообменных систем	2
	Управляющие операторы и конструкции	Оформление пакета	2
	Сопровождение пакета	Пакет Comsol mylte physic, Flowvision. Ansys.	2

7. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН (ЗАПОЛНЯЕТСЯ СОГЛАСНО УЧЕБНОМУ ПЛАНУ)

[illegible]

[illegible]

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Тесты для первой аттестации

Донецкий национальный университет

Кафедра «Физики неравновесных процессов, метрологии и экологии»

ПЕРЕЧЕНЬ ТИПОВЫХ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ Промежуточная аттестация по дисциплине «Вычислительная гидродинамика» осуществляется в устной форме. Перечень контрольных вопросов:

1. Устойчивость, аппроксимация и сходимость схемы Эйлера, неявной схемы и схемы трапеций для простейшего уравнения переноса.
2. Устойчивость схем предиктор-корректор для простейшего уравнения переноса.
3. Устойчивость трёхслойной схемы для простейшего уравнения переноса.
4. Построение трёхслойных схем. Физическая и вычислительная моды.
5. Схемная вязкость и дисперсия разностных схем.
6. Дисперсионные свойства для неявной схемы применительно к уравнению адвекции.
7. Схемная вязкость для неявной схемы применительно к уравнению адвекции.
8. Точность и вычислительная вязкость схемы Лакса-Вендроффа для уравнения адвекции.
9. Разностная схема «против потока» и её связь с характеристиками для уравнения адвекции.
10. Эйлеровые и лагранжевые координаты.
11. Искусственная вязкость.
12. Критерий Куранта.
13. Дивергентные и консервативные схемы.
14. Схема «крест» для уравнений гидродинамики, несохранение полной энергии для недивергентной схемы.
15. Полностью консервативная схема для уравнений гидродинамики.
16. Решение уравнений гидродинамики методом характеристик.
17. Сеточно-характеристический метод.
18. Метод «крупных» частиц.
19. Метод Годунова.

20. Построение многомерных лагранжевых схем.
21. Решение уравнений газовой динамики методом контрольных объемов.
22. Метод частиц в ячейке для уравнений газовой динамики (метод Харлоу).
23. Метод сглаженных частиц (SPH-метод).
24. Построение схем с заданными свойствами. Требование минимальной аппроксимационной вязкости.
25. Построение схем с заданными свойствами. Требование монотонности.
26. Метод расщепления в применении к решению задач динамики несжимаемой жидкости.
27. Нелинейное уравнение теплопроводности и численный метод его решения. Метод прогонки.
28. Реализация разностной схемы уравнений газовой динамики с теплопроводностью. Метод итераций.

Тест рассмотрен на заседании кафедры ФНПМЭ «_____» _____ 20__ г.

Протокол № _____

Зав. кафедрой

В.В.Белоусов .

9. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩИХ И ПРОМЕЖУТОЧНЫХ АТТЕСТАЦИЙ. ШКАЛЫ ОЦЕНОК

Итоги текущей успеваемости подводятся на 31 марта в весеннем семестре;.

Общий балл по текущей успеваемости складывается из следующих составляющих:

посещаемость – до 15 баллов за семестр с учетом работы на занятиях,

выполнение заданий по дисциплине в течение семестра – до 20 баллов,

контрольные мероприятия – до 10 баллов к первой аттестации, и до 15 баллов – ко второй аттестации.

Студент считается аттестованным, если на 1-ой аттестации набрал в сумме в течение первой половины семестра 20 и более баллов. На 2-ой аттестации в ведомость проставляется общее число баллов, полученных студентом по указанным выше составляющим текущей успеваемости в данном семестре.

Контрольные мероприятия проводятся по расписанию кафедры в сроки, согласованные со студентами. Максимальное количество баллов, которое может набрать студент по текущей успеваемости – 60 баллов.

Получение не менее 40 баллов за текущую успеваемость позволяет, при желании студента, не подвергать его второй ступени испытания на промежуточной аттестации и выставить оценку по дисциплине (при условии выполнения лабораторных работ и КР) до дифференцированного зачета или зачета. Студенту, которому может быть выставлена положительная оценка по итогам текущей аттестации, но не явившемуся на зачет или дифференцированный зачет по расписанию, выставляется в ведомость «не явился».

При невыполнении на день промежуточной аттестации лабораторных работ студент не допускается к зачету или дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в форме тестирования или письменного экзамена с возможным последующим устным собеседованием. Максимальное количество баллов, которое может набрать студент на промежуточной аттестации – 40 баллов.

Перевод балльных оценок в академические оценки производится по следующей шкале:

Перевод балльных оценок в академические оценки производится по следующей шкале:

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

Студент, не проходивший межсессионного контроля или отказавшийся письменно от результатов текущей аттестации, сдаёт дифференцированный зачет по всей программе в назначенный расписанием день промежуточной аттестации.

Отчетность по курсовой работе осуществляется в форме защиты перед комиссией кафедры. Защита курсовой работы осуществляется в период зачетной недели.

К защите допускается курсовая работа, соответствующая по содержанию и оформлению, методическим указаниям кафедры и не имеющая принципиальных ошибок. Руководитель работы не может подписывать и выпускать на рецензирование и защиту работу, не удовлетворяющую указанным требованиям.

Текущий контроль успеваемости при выполнении курсовой работы не предусмотрен.

Оценка качества выполнения и уровня защиты курсовой работы осуществляется по отдельным составляющим, которые имеют следующие «веса»:

а) качество рукописи и графической части работы – до 35 баллов,

(При оценке качества рукописи и графической части работы принимается к сведению наличие ошибок непринципиального характера, логичность и последовательность построения работы, правильность выполнения и полнота расчётов, соблюдение стандартов, аккуратность исполнения и грамотность работы.) В зависимости от степени соблюдения указанных требований качество работы оценивается баллами в следующих диапазонах: от 0 до 10 (неудовлетворительно), свыше 10 до 20 (удовлетворительно), свыше 20 до 30 (хорошо), свыше 30 до 35 (отлично).

б) оценка рецензента – до 5 баллов (в соответствии с поставленной рецензентом оценкой: «5» – 5 баллов, «4» – 4 и т.д.),

в) качество доклада – до 20 баллов,

(При рассмотрении качества доклада учитываются: четкость, последовательность и правильность изложения, соблюдение регламента.) Количественная оценка в баллах устанавливается в следующих диапазонах: от 0 до 5 (неудовлетворительно), свыше 5 до 10 (удовлетворительно), свыше 10 до 15 (хорошо), свыше 15 до 20 (отлично).

г) уровень защиты работы и ответов на вопросы – до 40 баллов.

(Уровень защиты оценивается баллами в соответствии с полнотой ответов на вопросы, степенью ориентированности в материале работы, рациональностью предложений по возможным вариантам решений.) Количественно уровень защиты оценивается следующим образом: от 0 до 10 (неудовлетворительно), свыше 10 до 20 (удовлетворительно), свыше 20 до 30 (хорошо), свыше 30 до 40 (отлично).

Итоговая балльная оценка выполнения курсовой работы подсчитывается, с учётом оценки рецензента, как сумма баллов вышеуказанных составляющих компонентов (а, б, в, г). Академическая оценка выставляется в соответствии со шкалой соответствия балльных и академических оценок.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Для квалифицированного изложения курса «Численные методы и математическое моделирование. Интегрированные системы и компьютерная графика» кафедра имеет мультимедийный проектор, классы компьютерных технологий (ауд. 231 и 232) 17 компьютеров, имеющих выход в Интернет, лицензированной операционной системы Windows 10, Офис 2010, Сканер .

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Для квалифицированного изложения курса «**Информатики**» кафедра имеет мультимедийный проектор, классы компьютерных технологий (ауд. 231 и 232) 17 компьютеров, имеющих выход в Интернет, лицензированной операционной системы Windows 10, Офис 2010, Сканер .

№ з/п	Название лаборатории, специализованных кабинетов, площадь	Название дисциплины по учебному плану	Наявне технічне забезпечення (обладнання)
1	2	3	4
1	Комп'ютерний клас, №231, 33 м ²	Комп'ютерне моделювання і бази даних	11 ПЕВМ, марки Pentium
2	Комп'ютерний клас, №232, 33 м ²	Комп'ютерне моделювання і бази даних	6 ПЕВМ, марки Pentium

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. М.: МФТИ, 1994.(2-е издание. М.: Интеллект, 2008).
2. Самарский А.А., Попов Ю.П. Разностные схемы газовой динамики. М.: Наука, 1992.(5-е издание. М.: ЛИБРОКОМ, 2009).
3. Григорьев Ю.Н., Вишневков В.А., Федорук М.П. Численное моделирование методами частиц в ячейках. Новосибирск: СО РАН, 2004.
4. Математическое обеспечение и компьютерные технологии для моделирования гидродинамических и теплофизических процессов в металлургии.:// В.В. Белоусов, В.И.Бондаренко, В.Ф.Комаров, Ф.В.Недопекин, В.М.Мелихов - Донецк. Юго-Восток 2013. 210 с
5. В.В. Белоусов, В.И.Бондаренко Математический инструментарий для задач теплообмена в металлургических процессах - Учебное пособие.- Донецк, Донецк Цифровая типография, 2017 – 84 с.
6. Затвердевание металлов и металлических композиций// Белоусов В.В., Недопекин Ф.В., Хрычиков В.Е., Лейбензон В.А., Кондратенко В.М., Дмитриев Ю.В.- Учебник, Наукова думка, Киев, 2009.- 412 с

. Дополнительная литература

1. Белоцерковский О.М., Давыдов Ю.М. Метод крупных частиц. М.: Наука, 1982.
2. Магамедов К.М., Холодов А.С. Сеточно-характеристические численные методы. М.: Наука, 1988.
3. Поттер Д. Вычислительные методы в физике. М.: Мир, 1975.
4. Гулд Х., Табачник Я. Компьютерное моделирование в физике. М.: Мир, 1990