

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кемеровский государственный университет»

*Математический факультет*



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Б1.В.ДВ.14.2 Консервативные методы решения дифференциальных уравнений**

*(Наименование дисциплины (модуля))*

Направление подготовки

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль) подготовки

**Исследование операций и системный анализ**

Уровень бакалавриата

Форма обучения

*Очная*

*Кемерово 2015*

Рабочая программа дисциплины утверждена Ученым советом факультета  
(протокол Ученого совета факультета № 9 от 13. 04. 2015 г. )

Утверждена с обновлениями в части реорганизации структуры факультета  
(протокол Ученого совета факультета № 12 от 22. 06. 2015 г. )

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры ЮНЕСКО по ИВТ

## **СОДЕЖАНИЕ**

1.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2.	Место дисциплины в структуре программы бакалавриата.....	4
3.	Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	4
3.1.	Объём дисциплины (модуля) по видам учебных занятий (в часах).....	5
4.	Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	5
4.1.	Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	5
4.2.	Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)	6
5.	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....	7
6.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).....	7
6.1.	Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю) .....	7
6.2.	Типовые контрольные задания или иные материалы .....	7
6.3.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций .....	8
7.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	8
8.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля).....	9
9.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)	9
10.	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).....	10
11.	Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).....	10
12.	Иные сведения и материалы.....	11
12.1.	Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	11

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (модулю):

<b>Коды компетенции</b>	<b>Результаты освоения ОП Содержание компетенций</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</b>
ОПК-1	способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	<b>Знать:</b> общенаучные базовые знания естественных наук, математики и информатики; <b>Уметь:</b> демонстрировать эти знания; владеть пониманием основных фактов, концепций, принципов теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой;
ПК-2	способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	<b>Знать:</b> современный математический аппарат; <b>Уметь:</b> понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат;
ПК-10	способность к реализации решений, направленных на поддержку социально-значимых проектов, на повышение информационной грамотности населения, обеспечения общедоступности информационных услуг	<b>Знать:</b> основы электронной грамотности; <b>Уметь:</b> обеспечить общедоступность информационных услуг;

## **2. Место дисциплины в структуре программы бакалавриата**

Дисциплина входит в дисциплины по выбору вариативной части с кодом **Б1.В.ДВ.14.2** Для изучения и освоения дисциплины нужны первоначальные знания из курсов математического анализа, линейной алгебры, обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений математической физики, функционального анализа, языков и методов программирования. Знания и умения, приобретенные студентами в результате изучения дисциплины, будут использоваться при изучении курсов математического моделирования, вычислительного практикума, при выполнении курсовых и дипломных работ, связанных с математическим моделированием и обработкой результатов экспериментов, решением конкретных задач естественнонаучного направления.

Дисциплина (модуль) изучается на 4 курсе (ах) в 8 семестре (ах).

## **3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единиц (з.е.), 72 академических часов.

**3.1. Объём дисциплины (модуля) по видам учебных занятий (в часах)**

Объём дисциплины	Всего часов
	для очной формы обучения
Общая трудоемкость дисциплины	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	45
Аудиторная работа (всего):	45
в том числе:	
лекции	18
семинары, практические занятия	27
практикумы	
лабораторные работы	
в т.ч. в активной и интерактивной формах	18
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	27
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет)	

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

№ п/ п	Раздел дисциплины	Общая трудоёмкость (часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости	
			аудиторные учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся			
			всего	лекции				
1.	Методы дискретизации задач механики сплошных сред.	3	1	1	1		опрос	
2.	Дополнительные сведения из теории разностных схем.	5	1	2	2		опрос	
3.	Консервативные разностные схемы.	16	4	6	6		опрос	
4.	Метод контрольных объемов.	48	12	18	18		опрос	

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	Методы дискретизации задач механики сплошных сред.	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
		Конечно-разностные методы. Методы контрольного объема. Конечно-элементные методы.
<i>Темы практических/семинарских занятий</i>		
	Дискретизация дифференциальных уравнений.	Построение дискретных аналогов задач гидродинамики конечно-разностными и конечно-объемными методами.
2	Дополнительные сведения из теории разностных схем.	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
		Понятие о порядке точности и аппроксимации разностных схем. Понятие об устойчивости разностных схем. Сходимость решений разностных уравнений как следствие аппроксимации и устойчивости. Понятие о консервативности разностных схем. Некоторые примеры построения разностных схем для задач эллиптического и параболического типов
<i>Темы практических/семинарских занятий</i>		
	Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Консервативность.	Построение разностных схем для дифференциальных уравнений в частных производных. Проверка свойств аппроксимации, устойчивости. Проверка свойств консервативности.
3	Консервативные разностные схемы.	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
		Способы получения консервативных разностных схем. Законы сохранения.
<i>Темы практических/семинарских занятий</i>		
	Уравнение переноса.	Алгоритмическая и программная реализация консервативной разностной схемы для уравнения переноса.
4	Метод контрольных объемов.	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
		Основы метода контрольных объемов. Получение дискретных аналогов для дифференциальных уравнений с помощью методов контрольных объемов. Решение двумерной системы уравнений Навье-Стокса методом контрольных объемов.
<i>Темы практических/семинарских занятий</i>		
	Задача о течении в прямоугольном канале.	Алгоритмическая и программная реализация метода

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
		контрольных объемов.  Сравнение результатов решения задачи с другими методами.

**5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы : учеб. пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельников .- 7-е изд. .- М. : Бином. Лаборатория Знаний , 2011 .- 636 с.
2. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. - М.: Лань, 2009. - 608 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=255](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=255)
3. Давыдова, М. А. Лекции по гидродинамике / М. А. Давыдова. «Физматлит», 2011. – 216 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5264](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5264)
4. Ханефт, Александр Виллиевич. Основы механики сплошных сред в примерах и задачах [Текст] : учеб. пособие. Ч. 1. Гидродинамика / А. В. Ханефт ; Кемеровский гос. ун-т. - Кемерово : [б. и.], 2010. - 97 с.
5. Ханефт, Александр Виллиевич. Краткий курс теоретической гидродинамики [Текст]: учеб. пособие / А. В. Ханефт ; Кемеровский гос. ун-т, Кафедра теоретической физики. - Кемерово : Кузбассвузиздат, 2008. - 111 с.

**6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

**6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)**

<b>№ п/п</b>	<b>Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)</b>	<b>Код контролируемой компетенции (или её части) / и её формулировка – по желанию</b>	<b>наименование оценочного средства</b>
1.	Разделы 1-4	ОПК-1, ПК-2, ПК-10	зачет

**6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы**

**6.2.1. Зачет**

- a) типовые вопросы (задания):
  1. Конечно-разностные методы
  2. Методы контрольного объема
  3. Конечно-элементные методы
  4. Понятие о порядке точности и аппроксимации разностных схем
  5. Понятие об устойчивости разностных схем
  6. Сходимость решений разностных уравнений как следствие аппроксимации и устойчивости
  7. Понятие о консервативности разностных схем

8. Примеры построения консервативных разностных схем для задач эллиптического и параболического типов
  9. Идея метода контрольных объемов
  10. Способы построения дискретных аналогов для дифференциальных уравнений методом контрольных объемов.
  11. Понятие о гибридных сетках и их применение при построении дискретных аналогов
  12. Применение метода контрольных объемов к решению задач о течении вязкой несжимаемой жидкости
- б) критерии оценивания компетенций (результатов) и описание шкалы оценивания:
1. Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине – 100 баллов.
  2. В зависимости от суммарного количества набранных баллов, студенту выставляются следующие оценки:
    - 0-59 баллов – «не зачленено»;
    - 60-100 баллов – «зачленено»;

**6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

1. Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине – 100 баллов.
2. В зависимости от суммарного количества набранных баллов, студенту выставляются следующие оценки:
  - 0-59 баллов – «не зачленено»;
  - 60-100 баллов – «зачленено»;
3. Максимальная сумма баллов промежуточной аттестации (текущей успеваемости) – 80 баллов.  
Максимальная сумма баллов семестровой аттестации (зачета) – 20 баллов.
4. Оценка промежуточной аттестации (текущей успеваемости).
  - 4.1. Максимальная сумма баллов промежуточной аттестации (текущей успеваемости) – 80 баллов.  
Оценка промежуточной аттестации:
    - 4.2. ответы по теоретическому материалу и решение задач на лабораторном занятии – 3 балла, написание самостоятельных работ на лабораторном занятии – 2 балла, выполнение домашнего задания – 4 балла.
    - 4.3. Для усиления контроля посещаемости занятий, предусмотрены «штрафные баллы»:
      - пропуск лабораторного занятия вне зависимости от причины – штраф 3 балла;
      - отработка лабораторного занятия вне зависимости от причины пропуска возможна в часы консультаций преподавателей, ведущих дисциплину до начала экзаменационной сессии.
5. Оценка семестровой аттестации (зачета).
  - 5.1. Максимальная сумма баллов семестровой аттестации (экзамена) – 20 баллов.  
Некоторые студенты, проявившие активность при изучении курса по усмотрению лектора и преподавателя ведущего лабораторные занятия, которые по итогам текущей аттестации набирают 80 баллов, могут получить бонусные баллы от 1 до 20.

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

**а) основная учебная литература:**

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы : учеб. пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельников .- 7-е изд. .- М. : Бином.

- Лаборатория Знаний , 2011 .- 636 с.
2. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. - М.: Лань, 2009. - 608 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=255](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=255)
  3. Давыдова, М. А. Лекции по гидродинамике / М. А. Давыдова. «Физматлит», 2011. – 216 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5264](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5264)
  4. Ханефт, Александр Виллиевич. Основы механики сплошных сред в примерах и задачах [Текст] : учеб. пособие. Ч. 1. Гидродинамика / А. В. Ханефт ; Кемеровский гос. ун-т. - Кемерово : [б. и.], 2010. - 97 с.
  5. Ханефт, Александр Виллиевич. Краткий курс теоретической гидродинамики [Текст] : учеб. пособие / А. В. Ханефт ; Кемеровский гос. ун-т, Кафедра теоретической физики. - Кемерово : Кузбассвузиздат, 2008. - 111 с.

**б) дополнительная учебная литература:**

1. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики: монография / Г.И. Марчук – Москва: Наука, 1989.
2. Патанкар, С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. Москва : Энергоатомиздат, 1984. 152 с.
3. Седов Л.И. Механика сплошных сред: монография / Л.И. Седов – Москва: Наука, 2004.

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

[www.mathnet.ru](http://www.mathnet.ru) – общероссийский математический портал;  
[www.library.kemsu.ru](http://www.library.kemsu.ru) - электронный каталог НБ КемГУ;  
[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) – научная электронная библиотека;  
[www.lib.mexmat.ru](http://www.lib.mexmat.ru) – электронная библиотека механико-математического факультета МГУ;  
[www.newlibrary.ru](http://www.newlibrary.ru) - новая электронная библиотека;  
[www.edu.ru](http://www.edu.ru) – федеральный портал российского образования;  
[www.crec.mipt.ru/study](http://www.crec.mipt.ru/study) - кафедра вычислительной математики МФТИ.

**9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

**9.1. Советы по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины.** Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекций в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение конспекта лекций за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

Всего в неделю – 1 час 30 минут.

Подготовка к лабораторному занятию – 20-30 мин.

Решение задач по программированию – 1 час.

Всего в неделю - 1 час 30 минут.

**9.2. Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»).**

При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции. Тогда лекция будет гораздо понятнее. Однако легче при изучении курса следовать изложению материала на лекции. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).
  2. При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).
  3. В течение недели выбрать время (1 час) для работы с литературой в библиотеке, в кабинете математики, в локальной сети математического факультета или в интернете.
  4. Для подготовки к лабораторным занятиям, решению задач необходимо изучить текст лекций.
- 9.3. **Рекомендации по работе с литературой.** Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучается основная и дополнительная литература.
- 9.4. **Советы по подготовке к зачету.** Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться основной и дополнительной литературой. Кроме «заучивания» материала экзамена, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины.
- 9.5. **Рекомендации по выполнению домашних заданий.** При выполнении домашних заданий необходимо сначала прочитать основные понятия по теме домашнего задания. При выполнении упражнения нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

При изучении настоящего курса используются следующие образовательные технологии:

**традиционная образовательная технология:** актуализация прежних знаний (опрос), изложение нового материала, закрепление, домашнее задание; Формы занятий: информационная лекция, лекция визуализация, практикум, лабораторная работа, коллоквиум и другие.

**технология проблемного обучения** (изложение теоретического материала строится на постановке проблемы и разрешении ее в ходе изучения, диалога, спора, на практических занятиях продолжается обсуждение и разрешение проблемных ситуаций). Формы занятий: проблемная лекция, семинар-диспут, учебная дискуссия.

Для осуществления образовательного процесса по данной дисциплине необходимо иметь следующие программные средства: среду программирования языка Си++, например, CodeBlocks. Skype для проведения дистанционных занятий для студентов, которые по состоянию здоровья не могут посещать занятия.

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для реализации теоретического материала требуется лекционная мультимедийная аудитория, оснащенная компьютером и проектором.

При освоении дисциплины для выполнения лабораторных работ необходимы классы персональных компьютеров с набором базового программного обеспечения разработчика.

## **12. Иные сведения и материалы**

### **12.1. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.**

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано по выбору студента в следующем виде:

- совместно с другими обучающимися: студент посещает занятия на общих основаниях и непосредственно вовлекается в учебный процесс;
- дистанционно посредством телекоммуникационных технологий: студент прослушивает материал занятий в режиме реального времени, по средствам прямого телемоста (применение Skype или других аналогичных программ и технологий), не находясь непосредственно в учебной аудитории;
- в индивидуальном порядке: преподаватель занимается со студентом индивидуально контактно или посредством телекоммуникационных технологий.

По окончании изучения курса со студентом проводится индивидуальное собеседование, на котором он демонстрирует полученные знания. В случае необходимости, студенту может заранее быть выдано индивидуальное практическое задание, для самостоятельной подготовки (за месяц или за две недели).

Для инвалидов по слуху предусмотрены следующие особенности проведения учебного процесса:

1. Преподаватель предоставляет студенту учебно-методические материалы, необходимые для освоения изучаемого материала (программа курса, план занятия, опорный конспект, методические пособия или слайд презентации, в случае наличия).
2. Лекционный материал преподается в наглядном виде слайд презентаций или сопровождается схемами, наглядными таблицами.
3. Вместо устного ответа студентам предлагается отвечать письменно.
4. Предусматриваются индивидуальные консультации со студентом, на котором может присутствовать сурдопереводчик (университет не обязуется предоставлять сурдопереводчика).

Для инвалидов по зрению предусмотрены следующие особенности проведения учебного процесса:

1. Предусматриваются индивидуальные консультации со студентом, во время которых преподаватель в медленном спокойном темпе объясняет учебный материал (возможно повторно), заостряя внимание на ключевых понятиях.
2. Вместо письменного ответа студентам предлагается отвечать устно.
3. Предлагается ознакомиться с литературой по курсу, написанной шрифтом Брайля, при наличии.

Для инвалидов опорно-двигательного аппарата предусмотрены следующие особенности проведения учебного процесса:

1. Преподаватель предоставляет студенту учебно-методические материалы, необходимые для освоения изучаемого материала (программа курса, план занятия, опорный конспект, методические пособия или слайд презентации, в случае наличия).

2. Лекционный материал преподается в наглядном виде слайд презентаций или сопровождается схемами, наглядными таблицами.
3. Вместо письменного ответа студентам предлагается отвечать устно.
4. Предусматриваются индивидуальные консультации со студентом.

Составитель (и): Иванов Константин Станиславович, старший преподаватель  
кафедры ЮНЕСКО по ИВТ КемГУ  
(фамилия, инициалы и должность преподавателя (её))

---