

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Газовая динамика Б1.В.ДВ.7

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Соловьев С.А.

**Рецензент(ы):**

Егоров А.Г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Поташев К. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2019

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) Соловьев С.А. , serguei\_s349@mail.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Газовая динамика" являются: получение общего представления о задачах газовой динамики и методах их решения, получение основополагающих знаний в наиболее важных областях теоретической и прикладной газовой динамики, усвоение методологических подходов к решению типичных задач газовой динамики, получение навыков математической формулировки и анализа новых задач внутри изучаемого класса, получение навыков практической работы с размерными и безразмерными величинами, ознакомление с общенаучными проблемами, вклад в решение которых вносит данная дисциплина. Основной целью является подготовка специалиста для работы в научно-исследовательских институтах и проектно-конструкторских бюро соответствующего профиля.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.7 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.03 Механика и математическое моделирование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3, 4 курсах, 6, 7 семестры.

Дисциплина входит в вариативную часть профессионального цикла.

Получаемые знания составляют существенную часть итогового багажа профессиональных знаний бакалавра - специалиста в данной области и с одной стороны необходимы для работы в организациях указанного выше профиля, с другой стороны являются базовыми для понимания и освоения специальных курсов в случае продолжения образования в магистратуре.

Слушатели должны владеть знаниями по общематематическим дисциплинам, а также по теоретической механике и механике сплошной среды.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции                        | Расшифровка приобретаемой компетенции   |
|---|---|
| ОПК-4<br>(профессиональные компетенции) | способностью находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем |
| ПК-2<br>(профессиональные компетенции)  | способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики и механики  |
| ПК-3<br>(профессиональные компетенции)  | способностью строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата  |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Принципы построения математических моделей и записи основных уравнений, характер влияния различных внешних факторов на движение газового потока.

2. должен уметь:

Иметь навыки самостоятельного решения типичных задач газовой динамики.

3. должен владеть:

Хорошо представлять структуру и физические особенности характерных газовых течений, таких например, как истечение струи из сопла ракетного двигателя или обтекание крыла сверхзвукового самолета.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Студент должен демонстрировать способность и готовность разбираться в новых публикациях по газовой динамике, использовать освоенные теоретические знания для решения практических задач, а также для научно-исследовательской работы в данном секторе науки.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 6 семестре; зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

| N  | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля  | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|----|--|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|    |  |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 1. | Тема 1. Модель газовой динамики. Основные уравнения. Одномерные стационарные течения газа. | 6       | 1-6                | 6   | 12                      | 0                      | Контрольная работа        |
| 2. | Тема 2. Поверхности разрыва. Ударная адиабата. Теорема Цемплена.                           | 6       | 7-12               | 6   | 12                      | 0                      | Устный опрос              |
| 3. | Тема 3. Косой скачок. Ударная поляра.  | 6       | 13-18              | 6   | 12                      | 0                      | Контрольная работа        |

| N  | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля   | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|----|---|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|    |   |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 4. | Тема 4. Двумерные стационарные сверхзвуковые течения газа. Теория крыла конечного размаха.  | 7       | 1-6                | 12  | 6                       | 0                      | Компьютерная программа    |
| 5. | Тема 5. Вариационные задачи сверхзвуковой газовой динамики. Двумерные стационарные дозвуковые течения газа. Одномерные нестационарные течения газа. | 7       | 7-12               | 12  | 6                       | 0                      | Контрольная работа        |
| 6. | Тема 6. Основные особенности гиперзвуковых течений. Свободномолекулярные течения газа.  | 7       | 13-18              | 12  | 6                       | 0                      | Устный опрос              |
|    | Тема . Итоговая форма контроля  | 7       |                    | 0   | 0                       | 0                      | Зачет                     |
|    | Итого   |         |                    | 54  | 54                      | 0                      |                           |

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Модель газовой динамики. Основные уравнения. Одномерные стационарные течения газа.

#### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Предмет и методы газовой динамики. Модели газовой динамики. Основные уравнения в интегральной и дифференциальной формах. Задача о распространении звука. Скорость звука, число Маха. Одномерные стационарные течения газа. Сопло Лавалю. Уравнение обращения воздействия Вулиса.

#### **практическое занятие (12 часа(ов)):**

Основные уравнения в интегральной и дифференциальной формах. Задача о распространении звука. Скорость звука, число Маха. Одномерные стационарные течения газа. Сопло Лавалю.

### Тема 2. Поверхности разрыва. Ударная адиабата. Теорема Цемплена.

#### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Поверхности разрыва, сильного и слабого. Условия Гюгонио-Ренкена в разных системах координат. Ударная адиабата. Теорема Цемплена.

#### **практическое занятие (12 часа(ов)):**

Прямой скачок, изменение параметров газа при переходе через прямой скачок. Уравнение обращения воздействия Вулиса. Влияние трения и подвода тепла на газовый поток.

### Тема 3. Косой скачок. Ударная поляра.

#### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Косой скачок. Соотношения параметров на косом скачке, изменение энтропии. Потери полного давления. зависимость угла наклона косого скачка от угла поворота потока. Ударная поляра.

**практическое занятие (12 часа(ов)):**

Решение задач о сверхзвуковых течениях газа, содержащих косой скачок. Соотношения параметров на косом скачке, изменение энтропии. Потери полного давления. зависимость угла наклона косого скачка от угла поворота потока. Методы применения ударной поляры.

**Тема 4. Двумерные стационарные сверхзвуковые течения газа. Теория крыла конечного размаха.**

**лекционное занятие (12 часа(ов)):**

Двумерные стационарные сверхзвуковые течения газа. Метод характеристик для безвихревого течения. Течение Прандтля-Майера. Метод характеристик для осесимметричных течений. Симметричное обтекание круглого конуса сверхзвуковым потоком газа. Теория малых возмущений. Обтекание тонкого профиля дозвуковым линейаризованным потоком, правило Прандтля-Глауэрта. Обтекание тонкого профиля сверхзвуковым линейаризованным потоком. Формулы Аккерета. Обтекание осесимметричных тел линейаризованным потоком. Теория крыла конечного размаха.

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Метод характеристик для безвихревого течения. Течение Прандтля-Майера. Обтекание тонкого профиля дозвуковым линейаризованным потоком, правило Прандтля-Глауэрта. Обтекание тонкого профиля сверхзвуковым линейаризованным потоком Формулы Аккерета.

**Тема 5. Вариационные задачи сверхзвуковой газовой динамики. Двумерные стационарные дозвуковые течения газа. Одномерные нестационарные течения газа.**

**лекционное занятие (12 часа(ов)):**

Вариационные задачи сверхзвуковой газовой динамики. Профили максимального аэродинамического качества. Двумерные стационарные дозвуковые течения газа. Уравнение Ампера - Монжа. Уравнения Чаплыгина. Решение уравнений Чаплыгина для струйных задач. Одномерные нестационарные течения газа. Инварианты Римана. Метод характеристик. Простые волны. Образование ударных волн. Движение газа за поршнем. Уравнения нестационарного движения в переменных Лагранжа.

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Решение задач одномерного нестационарного течения газа методом характеристик. Простые волны. Образование ударных волн. задачи на движение газа за поршнем и перед поршнем. Использование уравнений нестационарного движения в переменных Лагранжа.

**Тема 6. Основные особенности гиперзвуковых течений. Свободномолекулярные течения газа.**

**лекционное занятие (12 часа(ов)):**

Основные особенности гиперзвуковых течений. Закон плоских сечений. Нестационарная аналогия. Закон подобия гиперзвукового обтекания тонких тел идеальным газом. Теория Ньютона. Формула Буземанна. Свободномолекулярные течения газа.

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Решение задач гиперзвуковых течений газа. Закон плоских сечений. Нестационарная аналогия. Использование теории Ньютона для расчета аэродинамических характеристик тел. Задачи на свободномолекулярные течения газа

### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

| N  | Раздел<br>Дисциплины  | Се-<br>местр | Неде-<br>ля<br>семе-<br>стра | Виды<br>самостоятельной<br>работы<br>студентов | Трудо-<br>емкость<br>(в часах) | Формы<br>контроля<br>самосто-<br>ятельной<br>работы |
|----|---|--------------|------------------------------|--|--------------------------------|---|
| 1. | Тема 1. Модель газовой динамики. Основные уравнения. Одномерные стационарные течения газа.  | 6            | 1-6                          | подготовка к контрольной работе                | 18                             | Контроль-<br>ная<br>работа                          |
| 2. | Тема 2. Поверхности разрыва. Ударная адиабата. Теорема Цемплена.  | 6            | 7-12                         | подготовка к устному опросу                    | 18                             | Устный<br>опрос                                     |
| 3. | Тема 3. Косой скачок. Ударная поляра.   | 6            | 13-18                        | подготовка к контрольной работе                | 18                             | Контроль-<br>ная<br>работа                          |
| 4. | Тема 4. Двумерные стационарные сверхзвуковые течения газа. Теория крыла конечного размаха.  | 7            | 1-6                          | Написание кода компьютерной программы          | 12                             | Компьютерна<br>программа                            |
| 5. | Тема 5. Вариационные задачи сверхзвуковой газовой динамики. Двумерные стационарные дозвуковые течения газа. Одномерные нестационарные течения газа. | 7            | 7-12                         | подготовка к контрольной работе                | 3                              | Контроль-<br>ная<br>работа                          |
| 6. | Тема 6. Основные особенности гиперзвуковых течений. Свободномолекулярные течения газа.  | 7            | 13-18                        | подготовка к устному опросу                    | 3                              | Устный<br>опрос                                     |
|    | Итого   |              |                              |  | 72                             |   |

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекции, семинары, лабораторные занятия, контрольные работы, зачёт. В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому лабораторному занятию. В каждом семестре проводятся контрольные работы (на лабораторных занятиях). Зачет выставляется по положительным результатам выполнения контрольных работ и самостоятельной работы в течение семестра, а также успешной сдачи теоретического материала по прилагаемой программе

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Модель газовой динамики. Основные уравнения. Одномерные стационарные течения газа.**

Контрольная работа , примерные вопросы:

1. Задача о распространении звука. 2. Определение скорости звука для заданных параметров газа. 3. Определения параметров газа для одномерных стационарных течений. 4. Задача о течении газа через сопло Лавалья.

### **Тема 2. Поверхности разрыва. Ударная адиабата. Теорема Цемплена.**

Устный опрос , примерные вопросы:

1. Поверхности разрыва, сильного и слабого. 2. Условия Гюгонио-Ренкена в разных системах координат. 3. Ударная адиабата. Теорема Цемплена.

### **Тема 3. Косой скачок. Ударная поляра.**

Контрольная работа , примерные вопросы:

1. Определение изменения давления, плотности и температуры на косом скачке, изменение энтропии. 2. Определение компонент скорости за скачком. 3. Определение угла наклона скачка от угла отклонения потока, сильный и слабый случай. 4. Определение параметров с помощью ударной поляры.

### **Тема 4. Двумерные стационарные сверхзвуковые течения газа. Теория крыла конечного размаха.**

Компьютерная программа , примерные вопросы:

Программная реализация численных алгоритмов расчета симметричного обтекания круглого конуса сверхзвуковым потоком газа.

### **Тема 5. Вариационные задачи сверхзвуковой газовой динамики. Двумерные стационарные дозвуковые течения газа. Одномерные нестационарные течения газа.**

Контрольная работа , примерные вопросы:

1. Задача расчета одномерного нестационарного течения газа методом характеристик. 2. Задача о движении газа за поршнем. 3. Задача о движении газа перед поршнем.

### **Тема 6. Основные особенности гиперзвуковых течений. Свободномолекулярные течения газа.**

Устный опрос , примерные вопросы:

1. Основные особенности гиперзвуковых течений. Закон плоских сечений. Нестационарная аналогия. 2. Закон подобия гиперзвукового обтекания тонких тел идеальным газом. Теория Ньютона. Формула Буземанна. 3. Свободномолекулярные течения газа.

### **Итоговая форма контроля**

зачет (в 7 семестре)

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету (приложение 1)

## **7.1. Основная литература:**

Механика сплошной среды, Нигматулин, Роберт Искандерович, 2014г.

Сборник задач по газовой динамике, Филатов, Евгений Иванович, 2013г.

3. Андреев, В.К. Математические модели механики сплошных сред [Электронный ресурс] : учебное пособие /В.К.Андреев. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 240 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/67464>.

4. Темам, Р. Математическое моделирование в механике сплошных сред [Электронный ресурс] : учебное пособие/Р. Темам, А. Миранвиль ; под ред. Г. М. Кобелькова ; пер. И. О. Арушаняна. - Электрон. дан. - Москва:Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. - 323 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94110>

5. Жданов, В.М. Физико-химические процессы в газовой динамике. Справочник. Т.3. Модели процессов молекулярного переноса в физико-химической газодинамике. [Электронный ресурс] / В.М. Жданов, В.С. Галкин, О.А. Гордеев, И.А. Соколова. - М.: Физматлит, 2012. - 284 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59588>

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Стулов, В.П. Лекции по газовой динамике. [Электронный ресурс]. - М.: Физматлит, 2004. - 189 с. -URL:<https://e.lanbook.com/book/48216>

2. Димитриенко, Ю.И. Метод ленточных адаптивных сеток для численного моделирования в газовой динамике.[Электронный ресурс] / Ю.И. Димитриенко, В.П. Котенев, А.А. Захаров. - М.: Физматлит, 2011. - 280 с. -URL:<https://e.lanbook.com/book/59617>

3. Волков К.Н. Разностные схемы в задачах газовой динамики на неструктурированных сетках / К.Н. Волков, Ю.Н. Дерюгин, В.Н. Емельянов, А.С. Козелков. - М.: Физматлит, 2015. - 416 с. - URL:<https://e.lanbook.com/book/71989>

4. Бахвалов, Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс] : учебное пособие /Н.С.Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков ; под ред. Садовниченко В.А.. - Электрон. дан. - Москва :Издательство'Лаборатория знаний', 2015. - 243 с. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/70743/#1>

5. Амосов, А.А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Амосов, Ю.А.Дубинский, Н.В. Копченова. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 672 с. -URL:<https://e.lanbook.com/reader/book/42190/#1>

## 7.3. Интернет-ресурсы:

Волков К. Н. Разностные схемы в задачах газовой динамики на неструктурированных сетках - Москва: Физматлит, 2015 - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=71989](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71989)

Газовая динамика. Избранное /Под ред. Крайко А. Н., Ватажин А. Б., Секундов А. Н. - Москва: Физматлит, 2005 - 720с. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59412](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59412)

Димитриенко Ю.И. и др. Метод ленточных сеток для численного моделирования в газовой динамике - Москва: Физматлит, 2011 - 279с. -

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59617](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59617)

Компьютерное моделирование Ansys - <https://www.ansys.com>

Компьютерное моделирование Program Startflow - <https://www.youtube.com/channel/UCB2uS1B2zMZvU7IcAd69uDw>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Газовая динамика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав. учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.03 "Механика и математическое моделирование" и профилю подготовки Общий профиль .

Автор(ы):

Соловьев С.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Егоров А.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.