

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет/Институт Физико-технический

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

подпись

Т.А. Хагуров
« 30 » мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.06 Программные среды в научных исследованиях

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки/специальность 03.04.02 Физика

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация Физика конденсированного
состояния (теория, эксперимент и дидактика)

(наименование направленности (профиля) / специализации)

Форма обучения Очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация Магистр

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины Б1.О.06 Программные среды в научных исследованиях составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки/ специальности 03.04.02 Физика (Физика конденсированного состояния (теория, эксперимент и дидактика))

Программу составил (и):

А.В. Скачедуб, доцент кафедры теор. физики
и комп. технологий, кандидат физ.- мат. наук



подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.О.06 Программные среды в научных исследованиях утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий

протокол № 8 от «12» апреля 2024 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)

Лебедев К.А.



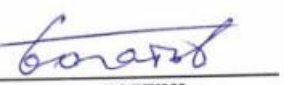
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 10 от «20» апреля 2024 г.

Председатель УМК факультета

Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

В.А. Никитин, к.т.н., доцент кафедры оптоэлектроники

Л.Р. Григорян, генеральный директор ООО НПФ «Мезон»
кандидат физико-математических наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Учебная дисциплина «Б1.О.07 Программные среды в научных исследованиях» ставит своей целью освоение численных методов расчета и методов математического моделирования физических процессов, приобретение практических навыков решения задач физики конденсированного состояния вещества и смежных разделов физики (квантовая электроника, спектроскопия и т. п.) с использованием ЭВМ. В задачу учебной дисциплины входит также ознакомление с основными принципами создания экспериментальных установок, сопряженных с устройствами обработки информации.

Для успешного овладения материалом курса необходимы знания из линейной алгебры, математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, физики конденсированного состояния, информатики и программирования.

1.2 Задачи дисциплины.

Состоят в освоении студентами математических методов в физики вещества и достижения компетенции ПК-3.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Б1.О.07 Программные среды в научных исследованиях» относится к базовой части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Для успешного овладения материалом курса необходимы знания из линейной алгебры, математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, физики конденсированного состояния, информатики и программирования.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (ПК-3):

| Код и наименование индикатора* | Результаты обучения по дисциплине |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3 Способен проводить анализ и теоретическое обобщение научных данных в соответствии с задачами исследования | |
| Б1.О.07 Программные среды в научных исследованиях | Знание методов численного решения прикладных задач физики конденсированного |
| | Умение использовать пакеты прикладных программ общего характера (Mathcad, Matlab, Maple), так и специализированных (Comsol Femlab, FlexPDE), для решения задач численных расчетов и математического моделирования. |
| | Владение основными приемами математической обработки экспериментальных данных. |

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры (часы) | | | |
|----------------------------------------|-------------|-----------------|-------------|--|--|
| | | 9 | 10 | | |
| Контактная работа, в том числе: | 60,5 | 30,2 | 30,2 | | |
| Аудиторные занятия (всего): | 60 | 30 | 30 | | |
| Занятия лекционного типа | 30 | 16 | 14 | | |
| Лабораторные занятия | 28 | 14 | 16 | | |

| | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|------|---|
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) | - | - | - | | |
| Иная контактная работа: | 0,5 | 0,2 | 0,3 | | |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | | | | | |
| Промежуточная аттестация (ИКР) | 0,5 | 0,2 | 0,3 | | |
| Самостоятельная работа, в том числе: | 128,8 | 77,8 | 51 | | |
| <i>Проработка учебного (теоретического) материала</i> | 92,8 | 59,8 | 33 | | |
| <i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i> | 20 | 10 | 10 | | |
| <i>Подготовка к текущему контролю</i> | 16 | 8 | 8 | | |
| Контроль: | 26,7 | | 26,7 | | |
| Подготовка к экзамену | - | - | 26,7 | - | - |
| Общая трудоемкость | час. | 216 | 108 | 108 | |
| | в том числе контактная работа | 60,5 | 30,2 | 30,3 | |
| | зач. ед. | 6 | 3 | 3 | |

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 9 семестре (очная форма)

| № | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|----|---------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Внеаудиторная работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1. | Введение. | 14 | 2 | - | - | 10 |
| 2. | Дифференциальные уравнения | 17 | 2 | - | - | 13 |
| 3. | Разностные методы | 14 | 2 | - | - | 10 |
| 4. | Колебательные состояния | 18 | 2 | - | 3 | 14 |
| 5. | Использование теории групп | 16 | 4 | - | 3 | 10 |
| 6. | Моделирование молекул и кристаллов | 17 | 2 | - | 4 | 13 |
| 7. | Прикладные программы общего характера | 11,8 | 2 | - | 4 | 7,8 |
| | <i>Итого по дисциплине:</i> | 107,8 | 16 | - | 14 | 77,8 |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 10 семестре (очная форма)

| № | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|-----|--------------------------------------------------|------------------|-------------------|----------|----|----------------------|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Внеаудиторная работа |
| | | | Л | Контроль | ЛР | СРС |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8. | Специализированные пакеты прикладных программ | 19 | 2 | 5 | 2 | 10 |
| 9. | Дифференциальные уравнения в частных производных | 19 | 2 | 5 | 2 | 10 |
| 10. | Статистические гипотезы | 22 | 4 | 5 | 3 | 10 |
| 11. | Обработка результатов эксперимента | 20 | 2 | 5 | 2 | 11 |
| 12. | Учет априорных данных | 23,7 | 4 | 6,7 | 3 | 10 |
| | <i>Итого по дисциплине:</i> | 108 | 14 | 26,7 | 12 | 51 |
| | <i>Всего:</i> | 211,5 | 30 | 26,7 | 12 | 51 |

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

| № | Наименование раздела | Содержание раздела | Форма текущего контроля |
|----|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Введение | Основные понятия вычислительной физики | К |
| 2. | Дифференциальные уравнения | Основные сведения о численном интегрировании обыкновенных дифференциальных уравнений в физике с начальными условиями | К |
| 3. | Разностные методы | Разностные методы решения краевых задач физики, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями | К |
| 4. | Колебательные состояния | Математические методы исследования колебаний молекул и кристаллов | К |
| 5. | Использование теории групп | Использование теоретико-групповых методов в численных расчетах | К |
| 6. | Моделирование молекул и кристаллов | Изучение компьютерных программ для моделирования молекул и кристаллов | К |
| 7. | Прикладные программы общего характера | Изучение пакетов прикладных программ общего характера | К |
| 8. | Специализированные пакеты прикладных программ | Изучение специализированных пакетов прикладных программ | К |
| 9. | Дифференциальные уравнения в частных производных | Основные сведения о методах численного интегрирования дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих процессы конвекции и тепломассопереноса | К |

| | | | |
|-----|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---|
| 10. | Статистические гипотезы | Принятие статистических гипотез при обработке экспериментальных данных | К |
| 11. | Обработка результатов эксперимента | Методы обработки экспериментальных данных | К |
| 12. | Учет априорных данных | Учет априорных данных при обработке результатов эксперимента | К |

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа по данному курсу не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

| № | Наименование лабораторных работ | Форма текущего контроля |
|----|------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1 | 3 | 4 |
| 1. | Моделирование колебаний кристаллической решетки | Отчет по лабораторной работе |
| 2. | Изучение компьютерных программ для моделирования молекул и кристаллов | Отчет по лабораторной работе |
| 3. | Изучение пакетов прикладных программ общего характера | Отчет по лабораторной работе |
| 4. | Изучение специализированных пакетов прикладных программ | Отчет по лабораторной работе |
| 5. | Принятие статистических гипотез при обработке экспериментальных данных | Отчет по лабораторной работе |
| 6. | Методы обработки экспериментальных данных | Отчет по лабораторной работе |

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| № | Вид СРС | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы |
|---|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Изучение раздела Введение | Контрольные вопросы по разделам учебной программы |
| 2 | Изучение раздела Дифференциальные уравнения | Контрольные вопросы по разделам учебной программы. |
| 3 | Изучение раздела Разностные методы | Контрольные вопросы по разделам учебной программы |

| | | |
|----|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 4 | Изучение раздела Колебательные состояния | Контрольные вопросы по разделам учебной программы |
| 5 | Изучение раздела Использование теории групп | Контрольные вопросы по разделам учебной программы |
| 6 | Моделирование молекул и кристаллов | Контрольные вопросы по разделам учебной программы |
| 7 | Изучение раздела Прикладные программы общего характера | Контрольные вопросы по разделам учебной программы |
| 8 | Изучение раздела Специализированные пакеты прикладных программ | Контрольные вопросы по разделам учебной программы |
| 9 | Изучение раздела Дифференциальные уравнения в частных производных | Контрольные вопросы по разделам учебной программы |
| 10 | Изучение раздела Статистические гипотезы | Контрольные вопросы по разделам учебной программы |
| 11 | Изучение раздела Обработка результатов эксперимента | Контрольные вопросы по разделам учебной программы |
| 12 | Изучение раздела Учет априорных данных | Контрольные вопросы по разделам учебной программы |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

При реализации учебной работы по освоению курса «Математические методы исследований в физике вещества» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу аспирантов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: метод проектов, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

- контрольные вопросы по разделам учебной программы.
- практические задания.

Перечень контрольных вопросов.

1. Этапы численного решения физических задач на ЭВМ.
2. Дискретное представление непрерывных функций. Понятие о разностных производных
3. Общая постановка, примеры и алгоритмы численного решения задачи Коши.
4. Точность и устойчивость разностного метода. Анализ условий устойчивости.
5. Метод Эйлера, улучшенный метод Эйлера, метод Эйлера-Коши, метод Эйлера с итерациями,
6. Метод Рунге-Кутты. Количественная оценка погрешности численного решения по способу Рунге
7. Методы трехточечной прогонки для решения линейных обыкновенных дифференциальных уравнений 2-го порядка.
8. Решение нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений 2-го порядка с использованием итераций.
9. Основные принципы математического моделирования. Моделирование колебаний молекул.
10. Дифференциальные уравнения колебаний. Вековое уравнение.
11. Методы Монте-Карло, молекулярной и броуновской динамики.
12. Применение теории групп для качественного моделирования. Симметрия колебаний. Классификация молекул и кристаллов по типам симметрии.
13. Теоретико-групповой анализ расщепления уровней энергии примесных ионов.
14. Компьютерные программы для моделирования молекул и кристаллов.
15. Пакеты прикладных программ Mathcad, Matlab, Maple: основы работы с пакетами.
16. Пакет программ Comsol Femlab для моделирования процессов тепломассопереноса.
17. Пакет программ FlexPDE и его применение.
18. Модельные уравнения гидродинамики, диффузии и теплопроводности и краевые задачи для них.
19. Разностные схемы численного решения одномерных нестационарных уравнений теплопроводности и диффузии.
20. Численные методы решения уравнений Лапласа и Пуассона. Способы численного решения волнового уравнения.
21. Интерпретация наблюдений – понятие модели, класс модели, выбор модели.

22. Выбор класса модели на основе метода проверки статистических гипотез и при информационном подходе.
23. Первичная обработка экспериментальных данных. Ошибки, возникающие при первичной обработке экспериментальных данных, и их причины.
24. Методы усреднения экспериментальных данных. Проблемы точности, верхняя и нижняя границы ошибок эксперимента.
25. Учет априорных данных и информационных оценок при выборе коэффициента регуляризации и определении нижней границы возможной ошибки.
26. Квазиреальные эксперименты – методы, цели, решаемые задачи.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

– итоговое задание.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

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

5.1 Основная литература:

1. Фомин, Д.В. Экспериментальные методы физики твердого тела : учебное пособие / Д.В. Фомин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 186 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-2829-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259074>.

2. Полянин, А.Д. Методы решения нелинейных уравнений математической физики и механики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Д. Полянин, В.Ф. Зайцев, А.И. Журов. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59377>.

3. Каныгина, О.Н. Физические методы исследования веществ / О.Н. Каныгина, А.Г. Четверикова, В.Л. Бердинский ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Кафедра общей физики. - Оренбург : ОГУ, 2014. - 141 с. : схем., табл., ил. -

Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330539>.

4. Кудряшов, С.Н. Основные методы решения практических задач в курсе «Уравнения математической физики»: учебное пособие / С.Н. Кудряшов, Т.Н. Радченко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет», Факультет математики, механики и компьютерных наук. - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2011. - 308 с. - ISBN 978-5-9275-0879-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241103>.

5. Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad : учебное пособие / И.Е. Плещинская, А.Н. Титов, Е.Р. Бадертдинова, С.И. Дуев ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 195 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1715-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428781>.

5.2 Дополнительная литература:

1. Пакулин, В.Н. Программирование в AutoCAD / В.Н. Пакулин. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 472 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429829>.

2. Максименко, Л.А. Выполнение планов зданий в среде AutoCAD : учебное пособие / Л.А. Максименко, Г.М. Утина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - 2-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - 115 с. : схем., табл., ил. - Библиогр.: с. 77. - ISBN 978-5-7782-2674-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438412>.

3. Шандриков, А.С. Информационные технологии : учебное пособие / А.С. Шандриков. - Минск : РИПО, 2015. - 444 с. : ил. - Библиогр.: с. 426-430. - ISBN 978-985-503-530-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463339>.

4. Губина, Т.Н. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Компьютерное моделирование»: учебное пособие / Т.Н. Губина, И.Н. Тарова ; Министерство образования Российской Федерации, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина. - Елец : ЕГУ им. И.А. Бунина, 2004. - 155 с. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272142>.

5.3. Периодические издания:

1. Квантовая электроника.
2. Физика твердого тела.
3. Журнал экспериментальной и теоретической физики.
4. Журнал физической химии.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Сайт научной библиотеки сибирского федерального университета <http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/94/>

2. Сайт содержащий справочные данные различных кристаллов: <http://refractiveindex.info/>.

3. <http://www.lebedev.ru>.

4. <http://www.gpi.ru>.

5. <http://www.polyus.msk.ru>.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал.

Сопровождение самостоятельной работы студентов организовано в следующих формах:

- оформление отчетов по лабораторным работам и подготовка к устной их защите;
- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средством изучения рекомендуемой литературы;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

Информационные технологии - не предусмотрены.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

1. Программы статистической обработки данных.
2. MathCad.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)
2. Сайт, содержащий справочные данные различных кристаллов используемых для лазеров: <http://refractiveindex.info/>.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

| № | Вид работ | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность |
|----|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Лекционные занятия | Лекционная аудитория номер 320С, оснащенная презентационной техникой. |
| 2. | Лабораторные занятия | Аудитория номер 320С с компьютерами для математического моделирования. |
| 3. | Самостоятельная работа | Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. |