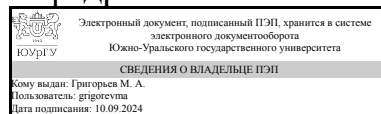


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



М. А. Григорьев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М0.01 Суперкомпьютерное моделирование мехатронных систем для направления 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

**уровень** Магистратура

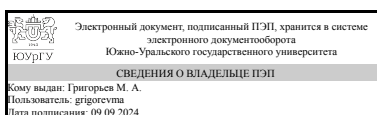
**магистерская программа** Промышленная автоматизация

**форма обучения** заочная

**кафедра-разработчик** Электропривод, мехатроника и электромеханика

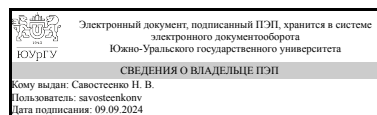
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Минобрнауки от 25.11.2020 № 1452

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



М. А. Григорьев

Разработчик программы,  
старший преподаватель



Н. В. Савостеенко

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины: ознакомление студентов с современными высокопроизводительными вычислениями и специализированными пакетами программ, которые используются для решения задач на суперкомпьютерах. Задачи изучения дисциплины: приобретение студентами прочных знаний и практических навыков в области, определяемой основной целью дисциплины. В результате изучения дисциплины студенты должны уметь решать задачи на суперкомпьютере в параллельном режиме.

### Краткое содержание дисциплины

Расчеты на суперкомпьютере с использованием специализированных программных пакетов. Модели, их типы. Природа моделей. Моделирование. Цели моделирования. Этапы моделирования. CAE/CAD системы. Основные понятия. История развития CAE/CAD систем. Примеры CAE/CAD систем. Возможности CAE/CAD систем. Обмен файлами между суперкомпьютером и персональным компьютером, постановка задачи на решение на суперкомпьютере. Задачи для суперкомпьютеров. Приложения, где используются суперкомпьютерные вычисления. Методы, используемые для решения задач на суперкомпьютерах в специализированных пакетах программ. Метод конечных элементов. Метод конечных объемов. Преимущества и недостатки методов. Сходимость и точность. Общие принципы построения пакетов программ, реализующих метод конечных элементов и метод конечных объемов. Базовые понятия параллельных вычислений. Необходимость и значимость параллельных вычислений. Режимы выполнения задач: последовательный, псевдопараллельный, параллельный. Виды параллелизма: многопроцессорная обработка, конвейерная обработка, векторная обработка. Пути достижения параллелизма вычислений. Суперкомпьютеры: производительность, списки Top500, Top50. Классификация параллельных систем: систематика Флинна. Кластеры. Топология соединительных сетей мультимикропроцессоров. Оценка эффективности параллельных вычислений: ускорение, эффективность, стоимость. Закон Амдала. Закон Густафсона.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2 Способен контролировать разработку проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами. | Знает: Правила разработки комплектов проектной и рабочей документации на автоматизированные системы управления технологическими процессами.<br>Умеет: Согласовывать и принимать результаты работ по подготовке проектной документации автоматизированной системы управления технологическим процессом<br>Имеет практический опыт: Выбора оборудования для автоматизированной системы управления технологическим процессом. |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

|                                                               |                                                       |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ           |
| Автоматизированные системы проектирования                     | Производственная практика (преддипломная) (5 семестр) |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина                                | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Автоматизированные системы проектирования | <p>Знает: Современные основы автоматизированного проектирования объектов промышленной автоматизации, действующие стандарты оформления проектной документации., Стадии и процедуры процесса проектирования, особенности проектных процедур при предпроектной стадии разработки автоматизированных объектов., Действующие стандарты, нормы и правила связанные с профессиональной деятельностью., Методы и программные средства автоматизированного проектирования нормативно-технической документации., Существующие автоматизированные системы управления технологическими процессами, разработанные отечественными и зарубежными производителями. Умеет: Понимать и проектировать схемы ПЛК для объект промышленной автоматизации, оформлять проектную документацию согласно действующим государственным нормам и правилам., Применять программные продукты САПР при проектировании автоматизированных систем., Оценивать качество содержания и формы документированной информации на соответствие установленным требованиям стандартов, норм и правил., Применять программный инструментарий разработки технического и программного обеспечения., Осуществлять разработку структурных схем автоматизированной системы управления технологическим процессом. Имеет практический опыт: Сбора информации об автоматизированных системах управления технологическими процессами и используемом оборудовании ведущих производителей., Работы в программах автоматизированного проектирования., Анализа и экспертизы нормативно-технической документации связанной с профессиональной деятельностью с учетом стандартов, норм и правил., Решения стандартных задач при проектировании систем автоматизации средствами автоматизированного проектирования с применением информационно-коммуникационных технологий., Разработки</p> |

|  |                                                                                                                            |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | пояснительной записки на различных стадиях проектирования автоматизированной системы управления технологическим процессом. |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 38,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 3                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 216         | 216                                |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 24          | 24                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 12          | 12                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 12          | 12                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 177,5       | 177,5                              |
| Изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия      | 57,5        | 57,5                               |
| Написание рефератов                                                        | 56          | 56                                 |
| Подготовка к диф. зачету                                                   | 64          | 64                                 |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 14,5        | 14,5                               |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | экзамен                            |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                                     | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    |    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----|
|           |                                                                                      | Всего                                     | Л  | ПЗ | ЛР |
| 1         | Расчеты на суперкомпьютерах с использованием специализированных программных пакетов. | 12                                        | 0  | 12 | 0  |
| 2         | Базовые понятия параллельных вычислений.                                             | 12                                        | 12 | 0  | 0  |

##### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                           | Кол-во часов |
|----------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 2         | Модели, их типы и моделирование.                                                                  | 2            |
| 2        | 2         | CAE/CAD системы. Основные понятия. Примеры CAE/CAD систем.                                        | 2            |
| 4        | 2         | Методы, используемые для решения задач на суперкомпьютерах в специализированных пакетах программ. | 2            |
| 5        | 2         | Понятие параллельных вычислений.                                                                  | 2            |
| 7        | 2         | Классификация параллельных вычислительных систем.                                                 | 2            |
| 8        | 2         | Оценка эффективности параллельных вычислений.                                                     | 2            |

##### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------|--------------|
| 19-21     | 1         | Решение 2D задач на суперкомпьютере. Пакет программ ANSYS.          | 4            |
| 22-24     | 1         | Решение 3D задач на суперкомпьютере. Пакет программ ANSYS.          | 6            |
| 25-26     | 1         | Работа с анализом полученных результатов в постпроцессинге          | 2            |

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                                                        |                                                                                                                                                                           |         |              |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                                                            | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                                                                                | Семестр | Кол-во часов |
| Изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия | ПУМД: [Осн. лит., 3], с. 44 - 56, ЭУМД: УМО для СРС [1], с 3-6, Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: [1], Программное обеспечение: [1], [2]. | 3       | 57,5         |
| Написание рефератов                                                   | ПУМД: [Осн. лит., 1], с. 324-351, [Осн. лит., 2], с. 36-50, Программное обеспечение: [1], [2], Методические пособия для самостоятельной работы студента: [1].             | 3       | 56           |
| Подготовка к диф. зачету                                              | ПУМД: [Осн. лит., 1], с. 12-18., [Доп. лит., 2], с. 314-328, Программное обеспечение: [1], [2].                                                                           | 3       | 64           |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                          | Учи-тыва-ется в ПА       |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1    | 3        | Текущий контроль | Семестровая работа №1             | 1   | 5          | Семестровая работа №1 выполняется в письменной форме. В семестровой работе приводятся результаты моделирования. За выполненную работу начисляются баллы по следующим критериям: 5 баллов - ключевые точки статических характеристик, полученных на | дифференцированный зачет |

|   |   |                          |       |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                          |
|---|---|--------------------------|-------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|   |   |                          |       |   | <p>математической модели совпадают с рассчитанными аналитически</p> <p>4 балла - ключевые точки статических характеристик отличаются не более, чем на 10%, студент может объяснить причину расхождения</p> <p>3 балла - ключевые точки статических характеристик отличаются не более, чем на 10%, студент не может объяснить причину расхождения</p> <p>2 балла - ключевые точки статических характеристик отличаются более, чем на 10%, студент может объяснить причину расхождения</p> <p>0 баллов - ключевые точки статических характеристик отличаются более, чем на 10%, студент не может объяснить причину расхождения</p> |                          |
| 2 | 3 | Промежуточная аттестация | Зачет | - | 5 <p>Зачет проводится в устной форме. К зачету допускаются студенты, выполнившие все семестровые задания. На зачете студент получает вопрос по проделанной работе. Ответ оценивается преподавателем по следующим критериям:</p> <p>5 баллов - студент может объяснить результаты моделирования с учетом теоретических аспектов</p> <p>4 балла - студент может объяснить результаты моделирования</p> <p>3 балла - студент отвечает на вопрос по выполненной работе, но не способен ответить на уточняющие вопросы</p> <p>2 балла - студент не может ответить на поставленный вопрос.</p>                                         | дифференцированный зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                           | Критерии оценивания |
|------------------------------|------------------------------------------------|---------------------|
| дифференцированный           | К зачету допускаются студенты, выполнившие все | В соответствии      |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| зачет | <p>семестровые задания. Зачет проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 15 человек из числа студентов. Во время проведения зачета студентам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.).</p> <p>Оценка на зачете рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине <math>R_d</math> на основе рейтинга по текущему контролю <math>R_{тек}</math> плюс бонусные баллы <math>R_b</math> (максимум 15) по формуле: <math>R_d = R_{тек} + R_b</math>, где <math>R_{тек} = 0,3 K_{M1} + 0,3 K_{M2} + 0,4 K_{M3}</math> рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весовых коэффициентов. Но студент вправе улучшить свой результат при помощи сдачи промежуточной аттестации, тогда рейтинг обучающегося по дисциплине рассчитывается по формуле: <math>R_d = 0,6 R_{тек} + 0,4 R_{па} + R_b</math>, где <math>R_{па}</math> – рейтинг за промежуточную аттестацию. Критерии оценивания: «Зачтено» – <math>R_d</math> больше или равно 60%; «Не зачтено» – <math>R_d</math> меньше 60%.</p> | с пп. 2.5, 2.6 Положения |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                    | № КМ |   |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
|             |                                                                                                                                                        | 1    | 2 |
| ПК-2        | Знает: Правила разработки комплектов проектной и рабочей документации на автоматизированные системы управления технологическими процессами.            | +    | + |
| ПК-2        | Умеет: Согласовывать и принимать результаты работ по подготовке проектной документации автоматизированной системы управления технологическим процессом | +    | + |
| ПК-2        | Имеет практический опыт: Выбора оборудования для автоматизированной системы управления технологическим процессом.                                      | +    | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

- Каплун, А. Б. Ansys в руках инженера [Текст] практ. рук. А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева ; предисл. А. С. Шадского. - Изд. стер. - М.: URSS : ЛИБРОКОМ, 2014. - 269 с. ил.
- Гергель, В. П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем [Текст] учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" В. П. Гергель ; Б-ка Нижегород. гос. ун-та им. Н. И. Лобачевского ; Суперкомпьютерный консорциум университетов России. - Москва: Физматлит, 2010. - 539, [4] с. ил. 25 см
- Практикум по методам параллельных вычислений [Текст] учебник для вузов по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные

технологии" А. В. Старченко и др.; под ред. А. В. Старченко ; Том. гос. ун-т. - М.: Издательство Московского университета, 2010. - 199 с. ил. 21 см

4. Костенецкий, П. С. Моделирование параллельных систем баз данных [Текст] учеб. пособие для магистрантов и аспирантов П. С. Костенецкий, Л. Б. Соколинский ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Систем. программирование ; ЮУрГУ. - Челябинск: Фотохудожник, 2012. - 78 с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Воеводин, В. В. Параллельные вычисления Учеб. пособие для вузов по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика" В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 599 с.

2. Сегерлинд, Л. Дж. Применение метода конечных элементов Пер. с англ. А. А. Шестакова; Под ред. Б. Е. Победри. - М.: Мир, 1979. - 392 с. ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. Южно-Уральский государственный университет (ЮУрГУ) Челябинск Вестник Южно-Уральского государственного университета Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ журнал. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001-

2. Supercomputing frontiers and innovations [Текст] науч. журн. Chief ed. J. Dongarra, V. Voevodin журнал. - Chelyabinsk: Publishing center of South Ural State University, 2014-

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Методические указания по освоению дисциплины «Суперкомпьютерное моделирование мехатронных систем»

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Методические указания по освоению дисциплины «Суперкомпьютерное моделирование мехатронных систем»

**Электронная учебно-методическая документация**

| № | Вид литературы      | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|---------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Федорова, Н.Н. Основы работы в ANSYS 17. [Электронный ресурс] / Н.Н. Федорова, С.А. Вальгер, М.Н. Данилов, Ю.В. Захарова. – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 210 с. – Режим доступа: – Загл. с экрана. <a href="http://e.lanbook.com/book/90112">http://e.lanbook.com/book/90112</a> |
| 2 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Басов, К.А. ANSYS и LMS Virtual Lab. Геометрическое моделирование. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 240 с <a href="http://e.lanbook.com/book/1295">http://e.lanbook.com/book/1295</a>                                                                         |
| 3 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Басов, К.А. Графический интерфейс комплекса ANSYS. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 248 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/1290">http://e.lanbook.com/book/1290</a>                                                                                        |
| 4 | Дополнительная      | Электронно-                                       | Глазков, Ю.Ф. Специальные главы прочности. Расчет                                                                                                                                                                                                                                           |

|   |                           |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|---------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | литература                | библиотечная система издательства Лань            | тонкостенных и стержневых конструкций методом конечных элементов. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. – 79 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/69416">http://e.lanbook.com/book/69416</a>     |
| 5 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Шашурин, В.И. Решение задач механики сплошной среды в программном комплексе ANSYS. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 40 с <a href="http://e.lanbook.com/book/52147">http://e.lanbook.com/book/52147</a> |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simploter, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.    | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Практические занятия и семинары | 255a (1)  | Центр компьютерных технологий и цифровых систем управления в промышленности, имеющий 11 оборудованных рабочих мест. Каждое рабочее место оснащено компьютером. Содержит полный комплект программного обеспечения для моделирования процессов силовых полупроводниковых преобразователей в программе MatLab+Simulink. Имеются необходимые аудиовизуальные средства обучения.                                                                |
| Практические занятия и семинары | 526-3 (1) | Компьютерный класс имеет 14 персональных компьютеров с выходом в Интернет (ресурсы и фонды библиотек). Открытые коммерческие ресурсы для академического доступа. Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине. Научно-техническая информация, содержащая сведения о новых типах электротехнических комплексов. Реестры и бюллетени ФИПС (Научно-техническая информация, содержащая сведения о новых типах полупроводниковых приборов). |
| Лекции                          | 456 (1)   | Мультимедийная система, включающая проектор, камеру, мультимедийный экран, акустическое сопровождение.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |