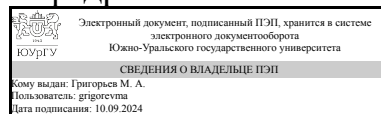


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

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

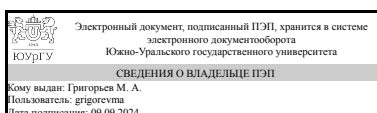
**магистерская программа** Промышленная автоматизация

**форма обучения** очная

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

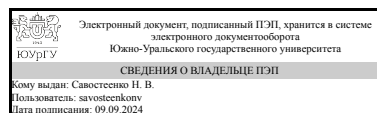
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Минобрнауки от 25.11.2020 № 1452

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 мультимикрокомпьютеров. 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,<br>видов работ учебного плана                              | Перечень последующих дисциплин,<br>видов работ           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Автоматизированные системы проектирования,<br>Проектирование человеко-машинного<br>интерфейса | Производственная практика (преддипломная) (4<br>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: Методы и программные средства автоматизированного проектирования нормативно-технической документации., Существующие автоматизированные системы управления технологическими процессами, разработанные отечественными и зарубежными производителями., Действующие стандарты, нормы и правила связанные с профессиональной деятельностью., 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. Умеет:</p> <p>Применять программный инструментарий разработки технического и программного обеспечения., Осуществлять разработку структурных схем автоматизированной системы управления технологическим процессом., Оценивать качество содержания и формы документированной информации на соответствие установленным требованиям стандартов, норм и правил., 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. Имеет практический опыт: Решения стандартных задач при проектировании систем автоматизации средствами автоматизированного проектирования с применением информационно-коммуникационных технологий., Разработки пояснительной записки на различных стадиях проектирования автоматизированной системы управления технологическим процессом., Анализа и экспертизы нормативно-технической документации связанной с профессиональной деятельностью с учетом стандартов, норм и правил., Сбора информации об автоматизированных системах управления</p> |

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              | технологическими процессами и используемом оборудовании ведущих производителей., Работы в программах автоматизированного проектирования.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Проектирование человеко-машинного интерфейса | <p>Знает: Определение понятие человеко-машинного интерфейса, основные принципы описания и действия устройств взаимодействия технических средств с человеком; понятия и классификацию панелей операторов, эволюционные этапы развития человеко-машинного интерфейсы понятия и классификацию панелей операторов, эволюционные этапы развития человеко-машинного интерфейсы; основные направления грамотного составления эскизов средств визуализации, основы работы в программном обеспечении создания экранов.</p> <p>Умеет: Создавать проект, задавать основные его параметры, работать с библиотекой графических элементов, создавать собственные графические файлы, загружать их в графический лист; заполнять таблицу тэгов для панели операторов и таблицу тэгов для программируемого логического контроллера, верно определять тип переменных; правильно подписывать переменные при работе с графическими объектами, составлять таблицу тэгов переменных. Имеет практический опыт: Создания анимации, текстовых сообщений, навыками построения технических систем визуализации; создания связей переменных объектов средств визуализации и переменных состояния процесса в памяти контроллера; создания графических листов, а также диагностических сообщения для панели оператора.</p> |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 78,5 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>                                                 | 64          | 64                         |
| Лекции (Л)                                                                 | 16          | 16                         |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 48          | 48                         |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                          |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 137,5       | 137,5                      |

|                                                                       |      |         |
|-----------------------------------------------------------------------|------|---------|
| Написание рефератов                                                   | 46   | 46      |
| Изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия | 47,5 | 47.5    |
| Подготовка к диф. зачету                                              | 44   | 44      |
| 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. | 48                                        | 0  | 48 | 0  |
| 2         | Базовые понятия параллельных вычислений.                                             | 16                                        | 16 | 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            |
| 3        | 2         | Задачи для суперкомпьютеров                                                                       | 2            |
| 4        | 2         | Методы, используемые для решения задач на суперкомпьютерах в специализированных пакетах программ. | 2            |
| 5        | 2         | Понятие параллельных вычислений.                                                                  | 2            |
| 6        | 2         | Обзор параллельных вычислительных систем.                                                         | 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 |
|-----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1-3       | 1         | Создание геометрической модели снизу вверх и сверху вниз. Копирование, перемещение, отражение объектов. Формирование модели при помощи булевых операций. Пакет программ ANSYS. | 6            |
| 4-6       | 1         | Решение задач с применением стержневых конечных элементов. Пакет программ ANSYS.                                                                                               | 6            |
| 7-9       | 1         | Решение задач с применением балочных конечных элементов. Пакет программ ANSYS.                                                                                                 | 6            |
| 10-12     | 1         | Решение задач с применением двумерных конечных элементов. Пакет программ ANSYS.                                                                                                | 6            |
| 13-15     | 1         | Решение задач с применением оболочечных конечных элементов. Пакет программ ANSYS.                                                                                              | 6            |
| 16-18     | 1         | Решение задач с применением оболочечных, объемных конечных элементов. Пакет программ ANSYS.                                                                                    | 2            |
| 19-21     | 1         | Решение 2D задач на суперкомпьютере. Пакет программ ANSYS.                                                                                                                     | 6            |
| 22-24     | 1         | Решение 3D задач на суперкомпьютере. Пакет программ ANSYS.                                                                                                                     | 6            |

|       |   |                                                            |   |
|-------|---|------------------------------------------------------------|---|
| 25-26 | 1 | Работа с анализом полученных результатов в постпроцессинге | 4 |
|-------|---|------------------------------------------------------------|---|

### 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 |
| 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       | 46           |
| 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       | 47,5         |
| Подготовка к диф. зачету                                              | ПУМД: [Осн. лит., 1], с. 12-18., [Доп. лит., 2], с. 314-328, Программное обеспечение: [1], [2].                                                                           | 3       | 44           |

## 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 математической модели совпадают с рассчитанными аналитически<br>4 балла - ключевые точки | дифференцированный зачет |

|   |   |                          |       |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                          |
|---|---|--------------------------|-------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|   |   |                          |       |   | <p>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 зачет     | <p>К зачету допускаются студенты, выполнившие все семестровые задания. Зачет проводится в устной форме.</p> <p>В аудитории находится преподаватель и не более 15 человек из числа студентов. Во время проведения зачета студентам запрещается иметь при себе и использовать</p> | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | <p>средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.).</p> <p>Оценка на зачете рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине Рд на основе рейтинга по текущему контролю Rтек плюс бонусные баллы Rб (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» – Рд больше или равно 60%; «Не зачтено» – Рд меньше 60%.</p> |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                    | №<br>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 литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Глазков, Ю.Ф. Специальные главы прочности. Расчет тонкостенных и стержневых конструкций методом конечных элементов. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. – 79                                                                               |

|   |                           |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|---------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                           |                                                   | c. <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, Simplorer, 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 | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 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.                                                                |