

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 03 » февраля 20 \_\_\_\_ г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Процессы и технологии быстрого прототипирования и изготовления изделий  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 180 (5)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Обеспечение эффективности технологических процессов жизненного цикла изделия  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

формирование комплекса знаний, умений и навыков в области применения технологий быстрого прототипирования для обеспечения эффективности процессов проектирования и изготовления изделий машиностроения

Задачи учебной дисциплины:

- изучение процессов и технологий быстрого прототипирования, их основных возможностей и областей применения, способов подготовки моделей для их реализации.
- формирование умения проектировать изделия машиностроения и разрабатывать конструкции с учетом применения технологий быстрого прототипирования для их изготовления;
- формирование умения использования технологии быстрого прототипирования на производственной стадии жизненного цикла изделия;
- формирование навыков разработки технологических процессов изготовления деталей и изделий с использованием методов быстрого прототипирования

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- Технологии быстрого прототипирования изделий,
- Моделирование трехмерных моделей деталей для производства по технологии быстрого прототипирования,
- Области применения методов быстрого прототипирования для изготовления деталей.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|-------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)                                                                                                                     | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Средства оценки            |
|-------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| ПК-2.1      | ИД-1ПК-2.1        | <p>– основные характеристики процессов быстро-го прототипирования;</p> <p>– методы поиска информации по применяемым материалам, оборудования, технологиям быст-рого прототипирования.</p> | <p>Знает номенклатуру и конструкцию изготавливаемых в организации изделий, требования к их качеству, физические принципы работы, возможности и области применения методов и средств измерений, организационно-штатную структуру организации, трудовое законодательство Российской Федерации, Федеральные законы и нормативные документы, регламентирующие вопросы единства измерений и метрологического обеспечения производства, нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы делопроизводства, методы планирования производственной деятельности</p> | Защита лабораторной работы |
| ПК-2.1      | ИД-2ПК-2.1        | <p>– находить информацию по применяемым материалам, оборудованию, технологиям;</p> <p>– анализировать полученную информацию.</p>                                                          | <p>Умеет использовать современные средства измерения для проведения контроля параметров изготавливаемых изделий, разрабатывать методики измерений, контроля и испытаний, определять соответствие характеристик изготавливаемых изделий нормативным, конструкторским и технологическим документам, анализировать параметры технологических процессов, режимы работы технологического оборудования и оснастки, принимать технологические решения, направленные на</p>                                                                                                      | Экзамен                    |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)                              | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Средства оценки                |
|-------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|             |                   |                                                                                                    | повышение точности сборки изделий, анализировать потребности производства в новых методиках, методах и средствах контроля, возможности и области их применения, разрабатывать методики контроля и испытаний, проектировать специальную оснастку для контроля и испытаний, оценивать экономический эффект от внедрения новых методик, методов и средств контроля и испытаний, применять современные методы анализа производственной деятельности                                                                                                                                                                                                     |                                |
| ПК-2.1      | ИД-ЗПК-2.1        | – методикой обоснования применимости технологий быстрого прототипирования при изготовлении изделий | Владеет навыками разработки методик контроля параметров и программ испытаний изготавливаемых изделий, оформления документации по результатам контроля и испытаний, разработки методик по обеспечению качества изготавливаемых изделий, анализа новых нормативных документов в области технического контроля качества и испытаний изготавливаемых изделий, анализа состояния контроля качества и испытаний на производстве, разработки новых методик контроля и испытаний, организации сбора информации и статистических данных о качестве изготавливаемых изделий, анализа структуры и оценки системы управления качеством продукции на предприятии | Отчёт по практическому занятию |
|             |                   |                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)                                                                                                          | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Средства оценки                 |
|-------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| ПК-3.1      | ИД-1ПК-3.1        | – основные характеристики процессов быстро-го прототипирования;<br>– методы поиска информации по применяемым материалам, оборудованию, технологиям быст-рого прототипирования. | Знает принципы организации и планирования конструкторских работ, методы проектирования, технические характеристики и экономические показатели лучших отечественных и зарубежных образцов технологической оснастки и специального инструмента, аналогичных проектируемым                                                                                                                                          | Защита лабораторной работы      |
| ПК-3.1      | ИД-2ПК-3.1        | – находить информацию по применяемым материалам, оборудованию, технологиям;<br>– анализировать полученную информацию.                                                          | Умеет производить анализ технико-экономических показателей, производить функциональный анализ конструктивных элементов проектируемой по профилю подразделения технологической оснастки и специального инструмента, применять методов проектирования технологической оснастки и специального инструмента, включая освоение программных пакетов                                                                    | Экзамен                         |
| ПК-3.1      | ИД-3ПК-3.1        | – методикой обоснования применимости технологий быстрого прототипирования при изготовлении изделий                                                                             | Владеет навыками анализа технико-экономических показателей, применения передового отечественного и зарубежного опыта проектирования технологической оснастки, опытом разработки предложений по проведению исследований, реализации опытно-конструкторских и экспериментальных работ, направленных на повышение качественных характеристик технологической оснастки и специального инструмента, совершенствование | Отчёт по практическом у занятию |

|             |                   |                                                                       |                                                                                        |                 |
|-------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|             |                   |                                                                       | методик и сокращение сроков проектирования                                             |                 |

### 3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы                                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|--|
|                                                                                            |             | Номер семестра                     |  |
|                                                                                            |             | 3                                  |  |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 54          | 54                                 |  |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них:                                                 |             |                                    |  |
| - лекции (Л)                                                                               | 16          | 16                                 |  |
| - лабораторные работы (ЛР)                                                                 | 18          | 18                                 |  |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)        | 18          | 18                                 |  |
| - контроль самостоятельной работы (КСР)                                                    | 2           | 2                                  |  |
| - контрольная работа                                                                       |             |                                    |  |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)                                                | 90          | 90                                 |  |
| 2. Промежуточная аттестация                                                                |             |                                    |  |
| Экзамен                                                                                    | 36          | 36                                 |  |
| Дифференцированный зачет                                                                   |             |                                    |  |
| Зачет                                                                                      |             |                                    |  |
| Курсовой проект (КП)                                                                       |             |                                    |  |
| Курсовая работа (КР)                                                                       |             |                                    |  |
| Общая трудоемкость дисциплины                                                              | 180         | 180                                |  |

### 4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Л                                         | ЛР | ПЗ | СРС                                          |
| 3-й семестр                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                           |    |    |                                              |
| Развитие технологии производства приращением                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4                                         | 4  | 4  | 22                                           |
| Тема 1. Технологии быстрого прототипирования<br>Преимущества использования компьютерных технологий при проектировании изделий.<br>Технология конструирования с помощью компьютера. Смежные технологии: лазерная обработка, струйная технология печати.<br>Тема 2. Составные части быстрого прототипирования<br>Материалы, обработка с компьютерным цифровым управлением, использование слоев. Классификация процессов быстрого прототипирования. |                                           |    |    |                                              |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Л                                         | ЛР | ПЗ | СРС                                          |
| Обобщенная последовательность процесса быстрого прототипирования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4                                         | 4  | 4  | 22                                           |
| Тема 3. Обобщенная последовательность процесса быстрого прототипирования<br>Разработка концепции и конструкторской модели. Конвертация в формат *.stl. Передача файла STL на установку быстрого прототипирования и манипулирование им. Настройка установки. Построение. Извлечение и очистка. Финишная обработка. Использование.<br>Тема 4. Особенности быстрого прототипирования<br>Работа с фотополимерными, порошковыми системами, с системами на основе расплавленного материала, с твердыми листами. Проблемы обработки материалов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                           |    |    |                                              |
| Технологии быстрого прототипирования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4                                         | 5  | 5  | 23                                           |
| Тема 5. Фотополимеризация.<br>История и развитие фотополимеров. Конфигурации процессов фотополимеризации: векторное сканирование, проецирование трафарета, двухфотонные подходы. Описание применяемых материалов и процессов.<br>Тема 6. Экструзия. Осаждение.<br>Описание составных частей процесса: загрузка материала, сжижение, экструзия, затвердевание, контроль позиции. Описание различных систем и установок, использующих методы экструзии для быстрого прототипирования.<br>Тема 7. Ламинирование. Спекание порошковой подложки.<br>Описание процесса ламинирования листовых материалов. Описание процесса избирательного лазерного спекания. Классификация процессов спекания. особенности работы с порошком для спекания.<br>Тема 8. Процессы печати<br>Развитие печати как процесса аддитивного производства. Описание процесса, его преимущества и недостатки. Вид капель. Технология трехмерной печати.<br>Тема 9. Рекомендации по выбору технологии быстрого прототипирования<br>Методы отбора. Подходы к определению целесообразности. Управление и планирование производством. |                                           |    |    |                                              |
| Производство деталей по технологии быстрого прототипирования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4                                         | 5  | 5  | 23                                           |
| Тема 10. Производство деталей<br>Характеристики оборудования, применяемые для изготовления деталей и изделий по технологии быстрого прототипирования. Процессы быстрой                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                           |    |    |                                              |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием                                                                                                                                                                                    | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                           | Л                                         | ЛР | ПЗ | СРС                                          |
| инструментовки: схема и описание прямого и инверсного производства.<br>Тема 11. Реверс инжиниринг<br>Описание. Фазы инженерного анализа: оцифровка детали и трехмерное моделирование детали на основе данных оцифровки. Сферы применения. |                                           |    |    |                                              |
| ИТОГО по 3-му семестру                                                                                                                                                                                                                    | 16                                        | 18 | 18 | 90                                           |
| ИТОГО по дисциплине                                                                                                                                                                                                                       | 16                                        | 18 | 18 | 90                                           |

### Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия                                                        |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Изготовление детали с применением технологии экструзии и использования шаблонов                               |
| 2      | Оценка качества деталей, изготовленных с применением различных технологий быстрого прототипирования.          |
| 3      | Проведение анализа конструкции изделий на предмет возможности изготовления методами быстрого прототипирования |
| 4      | Построение последовательности изготовления типовых деталей по технологии быстрого прототипирования            |
| 5      | Подготовка трехмерных моделей деталей в формате *.stl для быстрого прототипирования                           |
| 6      | Доработка трехмерной модели и проектирование технологии изготовления детали методом фотополимеризации         |
| 7      | Доработка трехмерной модели и проектирование технологии изготовления детали методом экструзии                 |
| 8      | Доработка трехмерной модели и проектирование технологии изготовления детали методом ламинирования             |
| 9      | Доработка трехмерной модели и проектирование технологии изготовления детали методом печати                    |
| 10     | Расчет усадки изделия изготовленного методом быстрого прототипирования                                        |
| 11     | Разработка технологии изготовления детали на основе процесса быстрого прототипирования                        |

### Тематика примерных лабораторных работ

| № п.п. | Наименование темы лабораторной работы                                                                         |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Изготовление детали с применением технологии экструзии и использования шаблонов                               |
| 2      | Оценка качества деталей, изготовленных с применением различных технологий быстрого прототипирования.          |
| 3      | Проведение анализа конструкции изделий на предмет возможности изготовления методами быстрого прототипирования |
| 4      | Построение последовательности изготовления типовых деталей по технологии быстрого прототипирования            |



## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п                                 | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)                                                                                                                                     | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>1. Основная литература</b>         |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                           |
| 1                                     | Берлинер Э. М. САПР в машиностроении : учебник для вузов / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. - Москва: ИНФРА-М, 2010.                                                                                                                                      | 11                                        |
| <b>2. Дополнительная литература</b>   |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                           |
| <b>2.1. Учебные и научные издания</b> |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                           |
| 1                                     | Автоматизированное проектирование технологических процессов изготовления деталей двигателей летательных аппаратов : учебник для вузов / И. А. Иващенко, Г. В. Иванов, В. А. Мартынов .— 2-е изд., перераб. и доп.— Москва: Машиностроение, 1992 .— 336 с. | 12                                        |
| <b>2.2. Периодические издания</b>     |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                           |
|                                       | Не используется                                                                                                                                                                                                                                           |                                           |

|                                                                           |                 |  |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------|--|
| <b>2.3. Нормативно-технические издания</b>                                |                 |  |
|                                                                           | Не используется |  |
| <b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>      |                 |  |
|                                                                           | Не используется |  |
| <b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b> |                 |  |
|                                                                           | Не используется |  |

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы            | Наименование разработки                                                                      | Ссылка на информационный ресурс                                                                 | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Дополнительная литература | Основы моделирования машиностроительных изделий в автоматизированной системе «Siemens NX 10» | <a href="http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks85559">http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks85559</a> | локальная сеть; авторизованный доступ                                           |

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО                                                                                                  | Наименование ПО                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Операционные системы                                                                                    | Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)                                             |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения                                                    | Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017                                |
| Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением | NX Academic Perpetual License Core +CAD +CAE +CAM (договор №P/43469-02-ПНИПУ от 03.12.2015) |

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Наименование                                                                                                                           | Ссылка на информационный ресурс                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)                                                                               | <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>             |
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета                                            | <a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>               |
| Электронно-библиотечная система Лань                                                                                                   | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>         |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks                                                                                               | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a> |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс                                                                                            | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>   |
| Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России" | <a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>     |

## **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

| Вид занятий          | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Лабораторная работа  | К Intel Pentium Dual CPU 2000 МГц (с модификациями)                             | 10                |
| Лекция               | Электронный проектор “NEC M300X”                                                | 1                 |
| Практическое занятие | К Intel Pentium Dual CPU 2000 МГц (с модификациями)                             | 10                |

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе