



## Программа курса «Автоматизированное проектирование технологических процессов листовой штамповки»

| Номер | Название темы                                                                                                                                                                | Количество часов | Описание темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Общие сведения о системах автоматизированного проектирования технологических процессов обработки давлением                                                                   | 4                | Задачи автоматизации проектирования технологических процессов. Общая структура систем автоматизированного проектирования технологических процессов обработки давлением. Анализ современных систем автоматизированного геометрического проектирования. Анализ современных систем автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки. |
| 2     | Технологические процессы листовой штамповки                                                                                                                                  | 4                | Общий порядок проектирования технологических процессов листовой штамповки.<br>Практика: Определение технологических параметров процесса листовой штамповки.                                                                                                                                                                                                                            |
| 3     | Подготовка исходных данных с использованием системы автоматизированного геометрического проектирования Компас-3D (SolidWorks)                                                | 6                | Общие сведения о системе автоматизированного геометрического проектирования Компас-3D (SolidWorks).<br>Практика: Создание трёхмерных геометрических моделей заготовки и рабочего инструмента технологического процесса листовой штамповки.                                                                                                                                             |
| 4     | Создание конечно-элементных моделей инструмента в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G | 3                | Импорт полученных геометрических моделей заготовки и рабочего инструмента в систему PAM-Stamp 2G.<br>Практика: Предварительный анализ и оптимизация конечно-элементных моделей заготовки и рабочего инструмента в системе PAM-Stamp 2G.                                                                                                                                                |
| 5     | Подготовка исходных данных в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G                      | 5                | Подготовка и задание необходимых данных для расчёта в системе PAM-Stamp 2G. Запуск подготовленных проектов в системе PAM-Stamp 2G на расчёт.                                                                                                                                                                                                                                           |
| 6     | Анализ результатов моделирования в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G                | 3                | Возможности анализа полученных результатов моделирования технологического процесса листовой штамповки в системе PAM-Stamp 2G.<br>Практика: Проверка разработанного технологического процесса листовой штамповки детали на основе анализа результатов расчёта в системе.                                                                                                                |
| 7     | Оптимизация технологических процессов листовой штамповки в системе автоматизированного проектирования и                                                                      | 3                | Уточнение и оптимизация разработанного технологического процесса листовой штамповки деталей в системе PAM-Stamp 2G. Повторный                                                                                                                                                                                                                                                          |

|   |                                                                                                                                                |   |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G                                                                  |   | расчёт и анализ уточнённого технологического процесса листовой штамповки в системе PAM-Stamp 2G.                                                                                                                                                                        |
| 8 | Геометрическое проектирование штампов и штамповой оснастки в системе автоматизированного геометрического проектирования Компас-3D (SolidWorks) | 6 | Создание трёхмерных геометрических моделей деталей штампов и штамповой оснастки в системе Компас-3D (SolidWorks).<br>Создание рабочих чертежей деталей штампов, сборочных чертежей штампов и необходимой конструкторской документации в системе Компас-3D (SolidWorks). |
| 9 | Итоговая аттестация                                                                                                                            | 2 | Зачет.                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)



Дополнительное профессиональное образование

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
«Автоматизированное проектирование технологических процессов  
листовой штамповки»

Регистрац. № 05.22.23.01.26

Москва, 2024

**АВТОРЫ ПРОГРАММЫ:**

Заведующий каф. МТ13

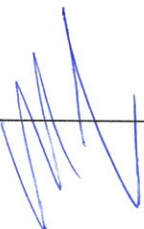
  
В.Ю. Лавриненко

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник УСП

  
Т.А. Гузева

Директор  
Центра дополнительного образования

  
М.В. Стоянова

## Оглавление

|                                                                                                                                                      |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДПП.....</b>                                                                                                              | <b>4</b>  |
| 1.1. Цель ДПП.....                                                                                                                                   | 4         |
| 1.2. Планируемые результаты обучения.....                                                                                                            | 4         |
| 1.3. Дополнительные характеристики ДПП.....                                                                                                          | 4         |
| 1.4. Перечень профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения..... | 4         |
| 1.5. Соответствие видов деятельности профессиональным компетенциям и их составляющих.....                                                            | 5         |
| <b>2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН ДПП .....</b>                                                                                                                     | <b>6</b>  |
| 2.1. Категория слушателей ДПП.....                                                                                                                   | 6         |
| 2.2. Общая трудоёмкость программы, аудиторная и самостоятельная работа.....                                                                          | 6         |
| 2.3. Форма обучения .....                                                                                                                            | 6         |
| 2.4. Учебный план .....                                                                                                                              | 6         |
| <b>3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК .....</b>                                                                                                           | <b>6</b>  |
| <b>4. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДПП .....</b>                                                                                                                | <b>8</b>  |
| <b>5. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДПП.....</b>                                                                                                                | <b>19</b> |
| 5.1. Организационные условия реализации ДПП .....                                                                                                    | 19        |
| 5.2. Педагогические условия реализации ДПП.....                                                                                                      | 19        |
| 5.3. Учебно-методическое обеспечение ДПП .....                                                                                                       | 19        |
| 5.4. Методические рекомендации.....                                                                                                                  | 20        |
| <b>6. ФОРМЫ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ДПП .....</b>                                                                                                        | <b>22</b> |
| <b>7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ.....</b>                                                                                               | <b>23</b> |
| 7.1. Паспорт комплекта оценочных средств.....                                                                                                        | 23        |
| 7.2. Комплект оценочных средств .....                                                                                                                | 23        |

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДПП**

Программа подготовлена на основе:

- Федерального закона от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- требований Приказа Минобрнауки России от 01.07.2013 года № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- методических рекомендаций-разъяснений Минобрнауки России по разработке дополнительных профессиональных программ на основе профессиональных стандартов от 22 апреля 2015 года № ВК-1030/06.

Реализация программы ДПП направлена на получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности.

### **1.1. Цель ДПП**

Сформировать у обучающихся знания, навыки и умения в области обеспечения качества и производительности изготовления машиностроительных изделий за счет разработки автоматизированных технологических процессов.

### **1.2. Планируемые результаты обучения**

Планируемые результаты обучения по ДПП:

- освоение профессиональных компетенций в процессе изучения перечисленных тем в учебном плане;
- успешное освоение программы повышения квалификации;
- успешное прохождение итоговой аттестации (зачет).

Обучающимся, успешно прошедшим обучение, выполнившим текущие контрольные задания и выдержавшим предусмотренное учебным планом зачет, выдается удостоверение о повышении квалификации по ДПП «Автоматизированное проектирование технологических процессов листовой штамповки».

### **1.3. Дополнительные характеристики ДПП**

Характеристики новой квалификации определены в приказе Минтруда России от 27.04.2023 №414н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по автоматизированному проектированию технологических процессов».

Вид профессиональной деятельности:

- Проектирование технологических процессов автоматизированного изготовления машиностроительных изделий (Код 40.083).

Трудовые функции:

- Разработка технологических процессов автоматизированного изготовления машиностроительных изделий средней сложности (В/02.6).

**1.4. Перечень профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения**

Получаемые компетенции базируются на основании Приказа Минобрнауки России от 09 августа 2021 г. № 727 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение (уровень бакалавриата)».

Перечень компетенций:

ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

**1.5. Соответствие видов деятельности профессиональным компетенциям и их составляющих**

| Профессиональные компетенции                                                                                                                     | Практический опыт                                                                                                                                                              | Умения                                                                                                                                                                 | Знания                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Разработка технологических процессов автоматизированного изготовления машиностроительных изделий средней сложности (В/02.6)                      |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |
| ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности | Анализ технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности, с целью определения возможности их обеспечения в автоматизированном производстве | Использовать CAD-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки | Технологические процессы автоматизированного изготовления машиностроительных изделий средней сложности, используемые в организации |

## 2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН ДПП

### 2.1. Категория слушателей ДПП

Имеющаяся квалификация (требования к слушателям) – к освоению ДПП допускаются лица, имеющие среднее профессиональное и/или высшее образование.

### 2.2. Общая трудоёмкость программы, аудиторная и самостоятельная работа

Общая трудоёмкость программы 36 академических часов, из них 25 академических часов аудиторной работы, 9 академических часов самостоятельной работы и 2 академических часа итоговой аттестации.

### 2.3. Форма обучения

Форма обучения по ДПП – очная с применением дистанционных образовательных технологий.

### 2.4. Учебный план

ДПП «Автоматизированное проектирование технологических процессов листовой штамповки» реализуется одним модулем.

| № п/п | Наименование темы, модуля                                                                                                                                                    | Форма контроля | Всего, час | В том числе |                |                |                     |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------|-------------|----------------|----------------|---------------------|
|       |                                                                                                                                                                              |                |            | Лекции      | Практ. занятия | Самост. работа | Итоговая аттестация |
| 1.    | Общие сведения о системах автоматизированного проектирования технологических процессов обработки давлением                                                                   | Устный опрос   | 4          | 3           | -              | 1              | -                   |
| 2.    | Технологические процессы листовой штамповки                                                                                                                                  | Устный опрос   | 4          | 1           | 2              | 1              | -                   |
| 3.    | Подготовка исходных данных с использованием системы автоматизированного геометрического проектирования Компас-3D (SolidWorks)                                                | Устный опрос   | 6          | 3           | 2              | 1              | -                   |
| 4.    | Создание конечно-элементных моделей инструмента в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G | Устный опрос   | 3          | 1           | 1              | 1              | -                   |
| 5.    | Подготовка исходных данных в системе автоматизированного проектирования и                                                                                                    | Устный опрос   | 5          | -           | 4              | 1              | -                   |

|    |                                                                                                                                                                                       |              |    |   |    |   |   |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----|---|----|---|---|
|    | инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G                                                                                                         |              |    |   |    |   |   |
| 6. | Анализ результатов моделирования в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G                         | Устный опрос | 3  | 1 | 1  | 1 | - |
| 7. | Оптимизация технологических процессов листовой штамповки в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G | Устный опрос | 3  | - | 2  | 1 | - |
| 8. | Геометрическое проектирование штампов и штамповой оснастки в системе автоматизированного геометрического проектирования Компас-3D (SolidWorks)                                        | Устный опрос | 6  | - | 4  | 2 | - |
| 9. | Итоговая аттестация                                                                                                                                                                   | Зачет        | 2  | - | -  | - | 2 |
|    | ИТОГО                                                                                                                                                                                 | -            | 36 | 9 | 16 | 9 | 2 |

### 3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

| №<br>п/п | Наименование<br>темы, модуля                                                                                                                                                          | 1<br>день | 2<br>день | 3<br>день | 4<br>день | 5<br>день |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1.       | Общие сведения о системах автоматизированного проектирования технологических процессов обработки давлением                                                                            |           |           |           |           |           |
| 2.       | Технологические процессы листовой штамповки                                                                                                                                           |           |           |           |           |           |
| 3.       | Подготовка исходных данных с использованием системы автоматизированного геометрического проектирования Компас-3D (SolidWorks)                                                         |           |           |           |           |           |
| 4.       | Создание конечно-элементных моделей инструмента в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G          |           |           |           |           |           |
| 5.       | Подготовка исходных данных в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G                               |           |           |           |           |           |
| 6.       | Анализ результатов моделирования в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G                         |           |           |           |           |           |
| 7.       | Оптимизация технологических процессов листовой штамповки в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G |           |           |           |           |           |
| 8.       | Геометрическое проектирование штампов и штамповой оснастки в системе автоматизированного геометрического проектирования Компас-3D (SolidWorks)                                        |           |           |           |           |           |
| 9.       | Итоговая аттестация                                                                                                                                                                   |           |           |           |           | Зачет     |

Минимальный срок освоения ДПП –5 дней.

## 4. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДПП

### 4.1. Рабочая программа модуля «Автоматизированное проектирование технологических процессов листовой штамповки»

4.1.1. Цель изучения модуля: сформировать у обучающихся знания, навыки и умения в области обеспечения качества и производительности изготовления машиностроительных изделий за счет разработки автоматизированных технологических процессов.

4.1.2. Задачи изучения модуля:

- формирование общих представлений о современном уровне развития программных комплексов автоматизированного геометрического проектирования и программных комплексов автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов обработки металлов;
- формирование знаний о структуре и особенностях применения систем автоматизированного проектирования технологических процессов обработки давлением;
- формирование знаний о порядке проектирования технологических процессов листовой штамповки;
- формирование знаний о методике определения технологических параметров процесса листовой штамповки;
- формирование знаний о системе автоматизированного геометрического проектирования Компас-3D (SolidWorks);
- формирование умений по созданию трехмерных геометрических моделей заготовки и рабочего инструмента технологического процесса листовой штамповки в системе Компас-3D (SolidWorks);
- формирование знаний о системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G;
- формирование умений по подготовке и созданию конечно-элементных моделей инструмента в системе PAM-Stamp 2G;
- формирование знаний об исходных данных для расчета в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G;
- формирование умений по подготовке исходных данных в системе PAM-Stamp 2G;
- формирование знаний о возможности анализа полученных результатов моделирования технологического процесса листовой штамповки в системе PAM-STAMP 2G;

- формирование умений по проверке разработанного технологического процесса листовой штамповки детали на основе анализа результатов расчета в системе RAM-STAMP 2G;
- формирование знаний о возможности по уточнению и оптимизации разработанного технологического процесса листовой штамповки детали в системе RAM-STAMP 2G;
- формирование умений по оптимизации разработанного технологического процесса листовой штамповки детали в системе RAM-STAMP 2G;
- формирование знаний о создании трехмерных геометрических моделей деталей штампов и штамповой оснастки в системе Компас-3D (SolidWorks);
- формирование умений по созданию рабочих чертежей деталей штампов, сборочных чертежей штампов и необходимой конструкторской документации в системе Компас-3D (SolidWorks).

#### 4.1.3. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения раздела направлен на формирование следующих компетенций

| Код компетенции | Перечень планируемых результатов обучения по модулю                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции                                                       |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-4           | <p><b>Знать:</b><br/>Технологические процессы автоматизированного изготовления машиностроительных изделий средней сложности, используемые в организации.</p> <p><b>Уметь:</b><br/>Использовать CAD-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки.</p> <p><b>Владеть:</b><br/>Анализ технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности, с целью определения возможности их обеспечения в автоматизированном производстве.</p> | <p>Формы обучения:<br/>Фронтальная.</p> <p>Методы обучения:<br/>Лекция;<br/>Практическое занятие;<br/>Самостоятельная работа.</p> |

#### 4.1.4 Содержание курса

**Тема 1. Общие сведения о системах автоматизированного проектирования технологических процессов обработки давлением (4 часа)**

Лекции (3 часа). Задачи автоматизации проектирования технологических процессов. Общая структура систем автоматизированного проектирования технологических процессов обработки давлением. Анализ современных систем автоматизированного геометрического проектирования. Анализ современных систем автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки.

Самостоятельная работа (1 час). Проработка материала дополнительной литературы по теме.

| Наименование темы                                                                                          | Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение                 | Формы самостоятельной работы         | Учебно-методическое обеспечение                                                                                                                                                       | Форма контроля |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Общие сведения о системах автоматизированного проектирования технологических процессов обработки давлением | Применение САПР, проектирование технологических процессов обработки давлением | Проработка дополнительной литературы | Лавриненко В.Ю., Чернов В.В., Сережкин М.А. Моделирование технологических процессов восстановления деталей в машиностроении. Учебное пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. 102 с. | Устный опрос   |

## Тема 2. Технологические процессы листовой штамповки (4 часа)

Лекции (1 час). Общий порядок проектирования технологических процессов листовой штамповки.

Практические занятия (2 часа). Определение технологических параметров процесса листовой штамповки.

Самостоятельная работа (1 час). Проработка материала дополнительной литературы по теме.

| Наименование темы                 | Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение | Формы самостоятельной работы | Учебно-методическое обеспечение           | Форма контроля |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|----------------|
| Технологические процессы листовой | Технологические силы штамповки, проектирование                | Проработка дополнительной    | Бер В.И., Сидельников С.Б., Соколов Р.Е., | Устный опрос   |

|           |                       |            |                                                                                                                                                         |  |
|-----------|-----------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| штамповки | штамповой<br>оснастки | литературы | Иванов Е.В.<br>Технология<br>листовой<br>штамповки:<br>учебное пособие / -<br>Москва: СФУ<br>(Сибирский<br>Федеральный<br>Университет), 2012.<br>168 с. |  |
|-----------|-----------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

**Тема 3. Подготовка исходных данных с использованием системы автоматизированного геометрического проектирования Компас-3D (SolidWorks)(6 часов)**

Лекции (3 часа). Общие сведения о системе автоматизированного геометрического проектирования Компас-3D (SolidWorks).

Практические занятия (2 часа). Создание трехмерных геометрических моделей заготовки и рабочего инструмента технологического процесса листовой штамповки.

Самостоятельная работа (1 час). Проработка материала дополнительной литературы по теме.

| Наименование<br>темы                                                                                                                                      | Дидактические<br>единицы,<br>вынесенные на<br>самостоятельное<br>изучение | Формы<br>самостоятельной<br>работы         | Учебно-<br>методическое<br>обеспечение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Форма<br>контроля |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Подготовка<br>исходных данных<br>с использованием<br>системы<br>автоматизированн<br>ого<br>геометрического<br>проектирования<br>Компас-3D<br>(SolidWorks) | Твердотельное и<br>поверхностное<br>моделирование                         | Проработка<br>дополнительной<br>литературы | 1. Самсонов В.В.,<br>Красильникова<br>Г.А. Автоматизация<br>конструкторских<br>работ в среде<br>Компас-3D: учеб.<br>пособие для вузов /<br>Самсонов В.В.,<br>Красильникова Г.А.<br>- М.: Академия,<br>2008. - 222 с.<br>2. Смирнов А.А.<br>Трехмерное<br>геометрическое<br>моделирование:<br>учеб. пособие по<br>курсу «Основы<br>автоматизации<br>проектирования» /<br>Смирнов А.А.; | Устный<br>опрос   |

|  |  |  |                                                                            |  |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  | МГТУ им. Н. Э. Баумана. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - 37 с. |  |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------|--|

**Тема 4. Создание конечно-элементных моделей инструмента в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G (3 часа)**

Лекции (1 час). Импорт полученных геометрических моделей заготовки и рабочего инструмента в систему PAM-STAMP 2G.

Практические занятия (1 час). Предварительный анализ и оптимизация конечно-элементных моделей заготовки и рабочего инструмента в системе PAM-STAMP 2G.

Самостоятельная работа (1 час). Проработка материала дополнительной литературы по теме.

| Наименование темы                                                                                                                                                            | Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение | Формы самостоятельной работы         | Учебно-методическое обеспечение                                                                                                                                                       | Форма контроля |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Создание конечно-элементных моделей инструмента в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G | Трансформация конечно-элементных моделей                      | Проработка дополнительной литературы | Лавриненко В.Ю., Чернов В.В., Сережкин М.А. Моделирование технологических процессов восстановления деталей в машиностроении. Учебное пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. 102 с. | Устный опрос   |

**Тема 5. Подготовка исходных данных в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G (5 часов)**

Практические занятия (4 часа). Подготовка и задание необходимых данных для расчета в системе RAM-STAMP 2G. Запуск подготовленных проектов в системе RAM-STAMP 2G на расчет.

Самостоятельная работа (1 час). Проработка материала дополнительной литературы по теме.

| Наименование темы                                                                                                                                       | Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение | Формы самостоятельной работы         | Учебно-методическое обеспечение                                                                                                                                                      | Форма контроля |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Подготовка исходных данных в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки RAM-Stamp 2G | Задание параметров кузнечно-прессового оборудования           | Проработка дополнительной литературы | Лавриненко В.Ю., Чернов В.В., Сережкин М.А. Моделирование технологических процессов восстановления деталей в машиностроении. Учебное пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. 102 с | Устный опрос   |

#### Тема 6. Анализ результатов моделирования в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки RAM-Stamp 2G (3 часа)

Лекции (1 час). Возможности анализа полученных результатов моделирования технологического процесса листовой штамповки в системе RAM-STAMP 2G.

Практическая работа (1 час). Проверка разработанного технологического процесса листовой штамповки детали на основе анализа результатов расчета в системе.

Самостоятельная работа (1 час). Проработка материала дополнительной литературы по теме.

| Наименование темы                | Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение | Формы самостоятельной работы         | Учебно-методическое обеспечение             | Форма контроля |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|----------------|
| Анализ результатов моделирования | Диаграмма предельной штампуемости                             | Проработка дополнительной литературы | Лавриненко В.Ю., Чернов В.В., Сережкин М.А. | Устный опрос   |

|                                                                                                                              |  |  |                                                                                                                                           |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G |  |  | Моделирование технологических процессов восстановления деталей в машиностроении. Учебное пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. 102 с. |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

**Тема 7. Оптимизация технологических процессов листовой штамповки в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G (3 часа)**

Практические занятия (2 часа). Уточнение и оптимизация разработанного технологического процесса листовой штамповки детали в системе PAM-STAMP 2G. Повторный расчет и анализ уточненного технологического процесса листовой штамповки в системе PAM-STAMP 2G.

Самостоятельная работа (1 час). Проработка материала дополнительной литературы по теме.

| Наименование темы                                                                                                                                                                     | Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение          | Формы самостоятельной работы         | Учебно-методическое обеспечение                                                                                                                | Форма контроля |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Оптимизация технологических процессов листовой штамповки в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки PAM-Stamp 2G | Уточнение геометрических параметров инструмента для листовой штамповки | Проработка дополнительной литературы | Попов Е.А. Технология и автоматизация листовой штамповки: учеб. для вузов. / Ковалев В.Г., Шубин И.Н. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2003. | Устный опрос   |

**Тема 8. Геометрическое проектирование штампов и штамповой оснастки в системе автоматизированного геометрического проектирования Компас-3D (SolidWorks) (6 часов)**

Практические занятия (4 часа). Создание трехмерных геометрических моделей деталей штампов и штамповой оснастки в системе Компас-3D (SolidWorks). Создание рабочих чертежей деталей штампов, сборочных чертежей штампов и необходимой конструкторской документации в системе Компас-3D (SolidWorks).

Самостоятельная работа (2 часа). Проработка материала дополнительной литературы по теме.

| Наименование темы                                                                                                                              | Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение | Формы самостоятельной работы         | Учебно-методическое обеспечение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Форма контроля |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Геометрическое проектирование штампов и штамповой оснастки в системе автоматизированного геометрического проектирования Компас-3D (SolidWorks) | Конструкторская документация                                  | Проработка дополнительной литературы | 1. Самсонов В.В., Красильникова Г.А. Автоматизация конструкторских работ в среде Компас-3D: учеб. пособие для вузов / Самсонов В.В., Красильникова Г.А. - М.: Академия, 2008. - 222 с.<br>2. Смирнов А.А. Трехмерное геометрическое моделирование: учеб. пособие по курсу «Основы автоматизации проектирования» / Смирнов А.А.; МГТУ им. Н. Э. Баумана. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - 37 с. | Устный опрос   |

4.1.5. Оценочное средство для текущего контроля (примерные вопросы для устного опроса):

Тема 1.

1. Перечислите задачи автоматизации проектирования технологических процессов.
2. Какие системы автоматизированного геометрического проектирования вам известны?

3. Какие системы проектирования и инженерного анализа технологических процессов листовой штамповки вам известны?

*Тема 2.*

1. Приведите общий порядок проектирования технологических процессов листовой штамповки.
2. Какие технологические параметры процессов листовой штамповки вам известны?
3. Что такое технологические силы штамповки?

*Тема 3.*

1. В чем отличие твердотельного моделирования от поверхностного?
2. В каких случаях рационально использовать поверхностное моделирование, а не твердотельное?
3. Приведите алгоритм создания трехмерной геометрической модели заготовки листовой штамповки.

*Тема 4.*

1. Для чего проводится предварительный анализ и оптимизация конечно-элементных моделей заготовки и рабочего инструмента в системе PAM-STAMP 2G?
2. Оптимизацию каких параметров конечно-элементных моделей заготовки и рабочего инструмента можно провести в системе PAM-STAMP 2G?
3. Для чего используется трансформация конечно-элементных моделей?

*Тема 5.*

1. Какие данные необходимо задать для расчета в системе PAM-STAMP 2G?
2. Перечислите параметры кузнечно-прессового оборудования.
3. Какие типы конечно-элементных расчетов можно реализовать в PAM-STAMP 2G?

*Тема 6.*

1. Какие виды анализа полученных результатов моделирования технологического процесса листовой штамповки можно провести в системе PAM-STAMP 2G?
2. Приведите алгоритм проверки разработанного технологического процесса листовой штамповки детали на основе анализа результатов расчета в системе.
3. Что такое диаграмма предельной штампуемости?

*Тема 7.*

1. В чем отличие уточнения технологического процесса от оптимизации?
2. Приведите алгоритм оптимизации разработанного технологического процесса листовой штамповки детали в системе PAM-STAMP 2G.
3. Какие геометрических параметров инструмента подлежат уточнению после расчетов?

*Тема 8.*

1. Приведите алгоритм создания трехмерных геометрических моделей деталей штампов и штамповой оснастки в системе Компас-3D (SolidWorks).
2. Приведите алгоритм создания рабочих чертежей деталей штампов в системе Компас-3D (SolidWorks).
3. Приведите алгоритм создания необходимой конструкторской документации в системе Компас-3D (SolidWorks).

## 5. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДПП

### 5.1. Организационные условия реализации ДПП

| Наименование аудитории                    | Вид занятия            | Наименование оборудования, программного обеспечения                                                                                                        |
|-------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Аудитория для проведения лекций/семинаров | Лекции                 | ПК с доступом в Интернет и возможностью просмотра файлов в формате *.ppt, *.pptx, *.pdf, проектор/телевизор/монитор.                                       |
| Компьютерный класс                        | Практические занятия   | ПК с доступом в Интернет и возможностью просмотра файлов в формате *.ppt, *.pptx, *.pdf, проектор/телевизор/монитор, Компас-3D (SolidWorks), Pam-Stamp 2G. |
| Коворкинги, учебные залы и т.д.           | Самостоятельная работа | ПК с доступом в Интернет и возможностью просмотра файлов в формате *.html, *.doc, *.docx, *.pdf, *.djvu.                                                   |
| Аудитория для проведения лекций/семинаров | Итоговая аттестация    | ПК с доступом в Интернет и возможностью просмотра файлов в формате *.html, *.doc, *.docx, *.pdf, *.djvu, лист бумаги формата А4, ручка.                    |

### 5.2. Педагогические условия реализации ДПП

Реализация программы обеспечивается преподавательским составом, удовлетворяющим следующим условиям:

- наличие высшего профессионального образования, соответствующее профилю программы, из числа штатных преподавателей, или привлеченных на условиях почасовой оплаты труда;
- значительный опыт практической деятельности в соответствующей сфере из числа штатных преподавателей или привлеченных на условиях почасовой оплаты труда

### 5.3. Учебно-методическое обеспечение ДПП

Основная литература:

1. Лавриненко В.Ю., Чернов В.В., Сережкин М.А. Моделирование технологических процессов восстановления деталей в машиностроении. Учебное пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. 102 с
2. Ковалёв В.Г., Ковалёв С.В. Технология листовой штамповки. Технологическое обеспечение точности и стойкости: учебное пособие /— М.: КНОРУС, 2013. 222 с.
3. Самсонов В.В., Красильникова Г.А. Автоматизация конструкторских работ в среде Компас-3D: учеб. пособие для вузов / Самсонов В.В., Красильникова Г.А. - М.: Академия, 2008. - 222 с.
4. Смирнов А.А. Трехмерное геометрическое моделирование: учеб. пособие по курсу «Основы автоматизации проектирования» / Смирнов А.А.; МГТУ им. Н. Э. Баумана. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - 37 с.

Дополнительная литература:

5. Ковка и штамповка. Справочник в 4-х томах / под редакцией Е.И. Семенова Т.4. Машиностроение, 2010.
6. Попов Е.А. Технология и автоматизация листовой штамповки: учеб. для вузов. / Ковалев В.Г., Шубин И.Н. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.
7. Штампы для листовой штамповки: штампы простого действия: учеб. для вузов. / Демин В.А., Плотников А.Н., Субич В.Н. и др.; под ред. В.А. Демина - М.: МГИУ, 2010 Гриф УМО.

#### **5.4. Методические рекомендации**

ДПП построена по тематическому принципу, каждый раздел представляет собой логически заверченный материал.

Преподавание программы основано на личностно-ориентированной технологии образования, сочетающей два равноправных аспекта этого процесса: обучение и учение. Личностно-ориентированный подход развивается при участии слушателей в активной работе на практических занятиях. Личностно-ориентированный подход направлен, в первую очередь, на развитие индивидуальных способностей обучающихся, создание условий для развития творческой активности слушателя и разработке инновационных идей, а также на развитие самостоятельности мышления при решении учебных задач разными способами, нахождение рационального варианта решения, сравнения и оценки нескольких вариантов их решения и т.п. Это способствует формированию приемов умственной деятельности по восприятию новой информации, ее запоминанию и осознанию, созданию образов для сложных понятий и процессов, приобретению навыков поиска решений в условиях неопределенности.

Практические занятия проводятся для приобретения навыков решения практических задач в предметной области модуля. Задания, выполняемые на практических занятиях, выполняются с использованием активных и интерактивных методов обучения.

Самостоятельная работа слушателей предназначена для проработки дополнительной литературы. Результаты практических заданий слушателей учитываются на итоговой аттестации.

При изучении курса предусмотрены следующие методы организации и осуществления учебно-познавательной деятельности:

- объяснительно-иллюстративный метод;

- репродуктивный метод;
- частично-поисковый метод.

## 6. ФОРМЫ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ДПП

Итоговая аттестация проводится в форме зачета. Зачет проводится в формате тестирования. Результатом зачета служат правильные ответы на вопросы билета, состоящего из 3 (трёх) вопросов.

По результатам итоговой аттестации слушателю выставляется оценка «ЗАЧТЕНО/НЕ ЗАЧТЕНО»:

Оценка «ЗАЧТЕНО» выставляется слушателю, который:

- правильно ответил не менее чем на 60% вопросов в билете;
- продемонстрировал необходимые систематизированные знания и достаточную степень владения принципами предметной области программы, понимание их особенностей и взаимосвязь между ними в течение всего срока обучения по программе.

Оценка «НЕ ЗАЧТЕНО» ставится слушателю, который:

- ответил правильно менее чем на 60% полученных вопросов в билете;
- имеет крайне слабые теоретические и практические знания, обнаруживает неспособность к построению самостоятельных заключений.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1. Паспорт комплекта оценочных средств

| Предметы оценивания                                                                                                                              | Объекты оценивания | Показатели оценки             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности | Ответы на вопросы  | Количество правильных ответов |

### 7.2. Комплект оценочных средств

#### 7.2.1. Темы для подготовки к зачету:

1. Системы автоматизированного проектирования.
2. Технологические процессы листовой штамповки.
3. Геометрическое моделирование.
4. Твердотельное моделирование.
5. Поверхностное моделирование.
6. Конечно-элементное моделирование.
7. Инженерный анализ.
8. Оптимизация.

#### 7.2.2. Пример билета для проведения зачета:

1. Форматы сохранения геометрических данных для импорта в программу Ram-Stamp.
2. Задание технологических параметров процесса листовой штамповки в Ram-Stamp.
3. Правила создания и типы элементов оформления чертежа (аннотаций).