

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательным технологиям

Дата подписания: 07.09.2023 10:56:02

Уникальный программный ключ:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета машиностроения

/Е.В.Сафонов

2022г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Комплексные технологические процессы**

Направление подготовки:  
**15.04.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ**

Профиль подготовки:  
**Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения**

Квалификация выпускника

**Магистр**

(прием 2022)

Форма обучения

**Очная**

Москва, 2022 год

Программа дисциплины **«Комплексные технологические процессы»** составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности **15.04.01 «Машиностроение»** и профилю подготовки **«Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения»**.

**Программу составили:**

Доц., к.т.н.



/М.Ю. Моргунов/

Проф., д.т.н



/Б.П. Саушкин/

Программа дисциплины **«Комплексные технологические процессы»** по специальности **15.04.01 «Машиностроение»** и профилю подготовки **«Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения»** утверждена на заседании кафедры «Технологии и оборудование машиностроения» «29» августа 2022 г., протокол № 1-22/23

Заведующий кафедрой,  
доцент, к.т.н



/А.Н. Васильев/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по специальности **15.04.01 «Машиностроение»**, и профилю подготовки **«Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения»**

проф., д.т.н.



/М.В. Варганов/

«12» сентября 2022г

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения «13» сентября 2022 г. протокол № 14-22

Председатель комиссии,  
доцент, к.т.н.



/А.Н. Васильев/

|                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| Присвоен регистрационный номер | 15.04.01.01/03.2022/ 022 |
|                                |                          |

## 1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «**Комплексные технологические процессы**» следует отнести:

- формирование знаний и практических навыков проектирования комплексных технологических процессов изготовления и упрочнения изделий машиностроения с помощью методов и технологий физико-химической обработки (ФХО);
- формирование способности управления программами разработки и освоения новой продукции и технологий, основанных на физико-химических методах обработки в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по данному направлению, в том числе формирование умений по определению норм выработки, нормированию наукоемких операций и пр.

К **основным задачам** освоения дисциплины «**Комплексные технологические процессы**» следует отнести:

- освоение методологии, анализа, выбора и обоснования необходимости применения того или иного метода обработки изделия с использованием ФХО с учетом требуемого качества его изготовления;
- формирование умений и навыков по обоснованному выбору высокоэффективного технологического оборудования для реализации ФХО;
- освоение методик нормирования наукоемких операций и определения технологических нормативов.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистрата

Дисциплина «**Комплексные технологические процессы**» относится к числу учебных дисциплин вариативной части блока (Б.1.2) основной образовательной программы магистрата.

Дисциплина «**Комплексные технологические процессы**» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

*В обязательной части (Б.1.1):*

- «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении»;
- «Стандартизация, унификация и управление качеством».

*В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б.1.2):*

- «Надежность и диагностика технологических систем»
- «Проектирование автоматизированных производств».

*В элективных дисциплинах:*

- «Электрофизические и электрохимические технологии в машиностроении»;
- «Методология выбора технологического оборудования и оснастки».

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать  | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине   |
|-----------------|--|---|
| ПК-2            | Способностью разработки технологических процессов изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности                   | <p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы уменьшения влияния технологических факторов, вызывающих погрешности изготовления</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выявлять основные технологические задачи, решаемые при разработке технологических процессов, основанных на методах физико-химической обработки (ФХО)</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками разработки маршрутных технологических процессов и операций изготовления изделий машиностроения</li> </ul>   |
| ПК-3            | Способностью разработки технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства | <p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типовые технологические процессы изготовления машиностроительных изделий, основанные на методах физико-химической обработки (ФХО)</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать и назначать технологические режимы технологических операций ФХО</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками выбора средств технологического оснащения (СТО) для реализации технологических процессов изготовления изделий</li> <li>- навыками разработки технологических операций при изготовлении изделий</li> </ul> |

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, т.е. 108 академических часов (из них 66 часов – самостоятельная работа студентов).

Дисциплина читается на втором курсе в 3 семестре: лекции - 1 часа в неделю (14час.) лекций, практические занятия - 2 час. в неделю (28 час.). Форма промежуточной аттестации – экзамен. Структура и содержание дисциплины по срокам и видам работы отражены в приложении А.

#### Содержание разделов дисциплины

##### 4.1. Основные понятия и определения курса

Классификация методов ЭФХО. Области их применения. Понятие об основных процессах формообразования. Методика выбора рационального метода ЭФХО.

#### **4.2. Технологии упрочнения поверхностей деталей ультразвуком**

Основы и технологическое применение метода ультразвуковой обработки (УЗО).  
Технологии ультразвуковой упрочняющей обработки.

#### **4.3. Технологии комбинированных методов обработки**

Особенности и перспективны комбинированных методов обработки. Особенности магнитоабразивной обработки. Технологии получения глубоких отверстий малого сечения. Технологии обработки композиционных материалов.

#### **4.4. Технологии аддитивного производства металлических изделий**

Технологии селективного лазерного сплавления (синтез на подложке). Методы прямого подвода энергии и материала (ППЭМ). Металлические порошки и технологии их производства.

### **5. Образовательные технологии**

Методика преподавания дисциплины **«Комплексные технологические процессы»** и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих форм проведения групповых, индивидуальных и аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой и возможностями дистанционного общения с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- лекционные занятия (в очном или дистанционном формате) с использованием презентаций и тематических видеороликов;
- подготовка и выполнение практических работ в аудиториях и лабораториях вуза и их защита;
- обсуждение и защита студентами рефератов по различным темам данной дисциплины.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины **«Комплексные технологические процессы»** и в целом по дисциплине составляет 20% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 33% от объема аудиторных занятий.

#### **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций: подготовка к выполнению практических работ и их защита, тестирование по отдельным разделам курса, подготовка и защита рефератов по тематике самостоятельной работы студентов.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы по всем разделам дисциплины, комплект тестов, защита практических работ и рефератов.

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля, примеры тестовых вопросов, тематика рефератов, образцы экзаменационных билетов приведены в приложении.

##### **6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

### 6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать  |
|-----------------|--|
| ПК-2            | Способностью разработки технологических процессов изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности                   |
| ПК-3            | Способностью разработки технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства |

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### 6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

### 6.1.3. Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

#### ***Форма промежуточной аттестации: экзамен***

Промежуточная аттестация обучающихся в проходит в комбинированной форме: итоговое тестирование-экзамен. Промежуточная аттестация проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки с учетом результата итогового тестирования. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

*К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Комплексные технологические процессы» (самостоятельное тестирование по разделам дисциплины с положительным результатом (более 80%), выполнение и успешная защита практических работ, защита реферата, выполнение заданий на самостоятельную работу и пр.).*

*Итоговое тестирование студентов проводится во время промежуточной аттестации. Студент, не прошедший итоговое тестирование получает оценку неудовлетворительно и до*

экзамена не допускается. Результат тестирования учитывается преподавателем при определении общей оценки за экзамен.

| <b>Шкала оценивания</b> | <b>Описание</b>  |
|-------------------------|--|
| Отлично                 | <u>Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом.</u> Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Хорошо                  | <u>Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом.</u> Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.  |
| Удовлетворительно       | <u>Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом.</u> Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.   |
| Неудовлетворительно     | <u>Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом.</u> Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.                           |

Фонд оценочных средств представлен в приложении В к рабочей программе.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Научно-технические технологии машиностроительного производства: Физико-химические методы и технологии: учебное пособие / Ю.А.Моргунов, Д.В.Панов, Б.П.Саушкин, С.Б.Саушкин; под ред. Б.П.Саушкина. – М.: Издательство «Форум», 2013. – 928 с.: ил. – (Высшее образование)

### **б) дополнительная литература:**

1. Маталин А.А Технология машиностроения: учебник / А. А. Маталин. – 2-е изд., испр. – СПб. и др.: Лань. - 2008. - 512 с.

2. Лазерные аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие / [А. Г. Григорьянц и др.] ; под ред. А. Г. Григорьянца. — Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 – 278 с.:ил.

### **в) методические указания для проведения практических работ:**

1. Методические указания к практической работе «Особенности проектирования технологических процессов изготовления заготовок изделий методом селективного лазерного сплавления» М.: Московский Политех, 2021.

2. Разработка процессов раскрытия листового материала с помощью методов ЭФХО: Учебно-методическое пособие/ Ю.А. Моргунов, Б.П. Саушкин, Н.В. Хомякова. — Москва: Издательство Московского Политеха, 2022 – 110с: ил.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционные аудитории кафедры «Технологии и оборудование машиностроения» (АВ1502, АВ1510, АВ1508), оснащенные мультимедийными проекторами для показа видеофильмов, слайдов, презентаций. Для проведения практикума по дисциплине в лабораториях кафедры (АВ1104, АВ1104а, АВ2109) имеется следующее оборудование: копировально-прошивочные и проволочно-вырезные электроэрозионные станки, ультразвуковая установка, металлорежущие станки для изготовления лабораторных образцов, инструмента и оснастки, средства автоматизации производства, контрольно-измерительные приборы и пр. Кроме этого, для проведения практических занятий можно использовать производственные мощности Центра проектной деятельности.

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов разработки комплексных процессов изготовления изделий с помощью методов и технологий физико-химической обработки и технологий аддитивного производства.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

### **Задачи самостоятельной работы студента:**

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к экзамену/зачету

### **Виды внеаудиторной самостоятельной работы:**

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем;
- оформление рефератов по отдельным темам программы;
- подготовка к тестированию.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

## Вопросы, выносимые на самостоятельную работу

1. Особенности освоения производства новой продукции при различных типах производства (ПК-2)
2. Преимущества и недостатки лазерной обработки. Показатели точности и качество получаемой продукции (ПК-3)
3. Передача лазерного излучения по световодам (ПК-3)
4. Выбор оптимального варианта RP-технологий с позиции обеспечения требуемого качества продукции и методика обоснования необходимости его применения (ПК-2)
5. Назначение и основные параметры шовной импульсной лазерной сварки деталей (ПК-3)
6. Оптимизация выбора методов ФХО с позиции точности качества (ПК-3)
7. Основные преимущества и недостатки аддитивных технологий (ПК-2)
8. Традиционная технология подготовки производства к выпуску нового изделия (ПК-2)
9. Назначение газовой среды при лазерной и плазменной обработке (ПК-3)
10. Особенности построения циклограммы работы установок ФХО (ПК-3)
11. Обзор программных продуктов, позволяющих решать проблему проектирования твердотельных моделей (ПК-2)
12. Состав энергетического и электромеханического комплекса установки для ЭФХО. Особенности построения циклограммы работы установки (ПК-3)
13. Процесс горячего изостатического прессования (ПК-3)
14. Оценка эффективности применения аддитивных технологий (ПК-2)
15. Понятие наукоемкое производство. Кастомизация производства (ПК-2)

## 10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины «**Комплексные технологические процессы**» следует уделять изучению основных методов и технологий физико-химической обработки изделий, определению рациональной области их применения. Внимание следует уделять вопросам выбора оптимального метода обработки изделия в зависимости от конкретных условий и требований по точности и качеству, необходимости назначения вспомогательных операций, определению места операции ФХО в разрабатываемом технологическом маршруте. Уделить внимание оформлению технологической документации при проектировании технологических процессов, выбору оборудования и средств технологического оснащения, методикам выбора режимов обработки и нормированию разрабатываемых операций и ТЭО принимаемых решений.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций и практических работ.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники и учебные пособия, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- разработанные презентации по различным разделам дисциплины;
- видеоматериалы для закрепления полученной на лекциях информации;
- методические указания для выполнения практических работ.

## ПРИЛОЖЕНИЯ к рабочей программе

- А. Структура и содержание дисциплины
- Б. Аннотация рабочей программы дисциплины
- В. Фонд оценочных средств



|    |  |   |       |           |           |  |           |  |  |  |  |  |   |   |  |
|----|--|---|-------|-----------|-----------|--|-----------|--|--|--|--|--|---|---|--|
|    | Алмазно-ультразвуковая обработка.  |   |       |           |           |  |           |  |  |  |  |  |   |   |  |
| 3. | Технологии селективного лазерного сплавления (синтез на подложке). Механизмы синтеза на подложке. Основные методы синтеза на подложке. Нанесение слоев порошкового материала. Косвенное формирование изделий. Оборудование для методов СНП. Методы прямого подвода энергии и материала (ППЭМ). Способы подачи строительного материала. Параметры процесса послойной лазерной наплавки. Технологии послойной лазерной наплавки. Металлические порошки и технологии их производства.<br>Выдача тем рефератов и обзор предстоящих практических работ. | 4 | 4-5   | 5         | 1         |  | 11        |  |  |  |  |  |   |   |  |
| 4. | Практическая работа «Особенности проектирования технологических процессов изготовления заготовок изделий методами СЛС»<br>Проектирования ТП изготовления детали СЛС  | 4 | 6-7   |           | 6         |  | 10        |  |  |  |  |  |   |   |  |
| 5. | Практическая работа «Особенности проектирования технологических процессов изготовления заготовок изделий методами СЛС»<br>Технико-экономическое обоснование выбора технологии СЛС для получения детали   | 4 | 8-9   |           | 6         |  | 10        |  |  |  |  |  |   |   |  |
| 6. | Практическая работа «Разработка процессов раскроя листового материала с помощью методов ЭФХО»  | 4 | 10-11 |           | 6         |  | 10        |  |  |  |  |  |   |   |  |
| 7. | Практическая работа «Разработка процессов раскроя листового материала с помощью методов ЭФХО»  | 4 | 12-13 |           | 6         |  | 10        |  |  |  |  |  |   |   |  |
| 8. | Защита рефератов   | 4 | 14    |           | 3         |  |           |  |  |  |  |  |   |   |  |
|    | <b>Форма аттестации</b>  |   |       |           |           |  |           |  |  |  |  |  |   | Э |  |
|    | Всего часов по дисциплине  |   |       | <b>14</b> | <b>28</b> |  | <b>66</b> |  |  |  |  |  | + | + |  |