

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Высшая школа управления и инноваций



УТВЕРЖДАЮ
и.о.декана
/В.В.Печковская /
«12» февраля 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

МАГИСТРАТУРА

27.04.05 "ИННОВАТИКА"

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Советом факультета

(протокол № 2, 12 февраля 2019 г.)

Москва 2019

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 27.04.05 «Инноватика» (программа магистратуры) в редакции Решения ученого совета от 27.12.2018 г. (Протокол № 5).

Год (годы) приема на обучение: 2019, 2020.

I. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины «Технологии цифрового производства» является формирование у обучающихся знаний об основных методах цифрового производства, современных подходах и способах осуществления цифрового производства в области высоких технологий, умений и навыков применения современного инструментария цифрового производства создания и масштабирования инновационных проектов и продуктов.

Задачами дисциплины являются:

- изучение понятийно-категориального аппарата в области цифрового производства (скорректировано);
- формирование знаний о технических средствах и программном обеспечении современного цифрового производства;
- изучение современных методов применения технологий цифрового производства;
- формирование навыков и умений, необходимых для использования технологий цифрового производства в реализации инновационных проектов и профессиональной деятельности организаций.

В результате изучения данного курса обучающиеся получают знания о современном оборудовании и особенностях применения технологий цифрового производства, приобретут навыки и умения практического использования технологий цифрового производства.

II. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Технологии цифрового производства» относится к профессиональному блоку Вариативной части учебного плана программы магистратуры.

Изучение дисциплины базируется на знаниях и умениях, полученных обучающимися в процессе изучения гуманитарных, социальных и экономических дисциплин: «Инновационное предпринимательство», «Управление инновационными проектами», «Управление качеством».

Для успешного освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- фундаментальные положения теории инноваций и особенности инновационного процесса;
- теоретические основы проектной и производственной деятельности;
- основные проблемы современной философии и подходов к их решению;

Уметь:

- использовать междисциплинарные системные связи наук;
- анализировать и оценивать философские проблемы при решении социальных и профессиональных задач;
- применять математический инструментарий к решению социальных и профессиональных проблем.

Владеть:

- навыками работы с компьютерной техникой и программным обеспечением на уровне продвинутого пользователя;
- навыками выбора наиболее актуальных направлений научных исследований, ставить задачи исследования и определять способы решения поставленных задач;
- самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в различных сферах деятельности.

Знания, навыки и умения, полученные при изучении дисциплины «Технологии цифрового производства» обеспечивают успешное освоение дисциплины «Система разработки новых продуктов», «Международный рынок технологий», «Управление проектами», «Теория решения изобретательских задач», «Наукоёмкость производства и ценообразование продукции», «Трансфер и коммерциализация результатов научного исследования» и необходимы для прохождения преддипломной практики, осуществления научно-исследовательской работы и написания выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации). Изучается на 1 курсе (2 семестр).

III. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины должны быть сформированы следующие компетенции:¹

УК-2. Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала

ОПК-3. Способность решать профессиональные задачи на основе философии, математических методов и моделей для управления инновациями, компьютерных технологий в инновационной сфере

ПК-1. Способность разработать план и программу организации инновационной деятельности научно-производственного подразделения, осуществлять технико-экономическое обоснование инновационных проектов и программ

ПК-4. Способность найти (выбрать) оптимальные решения при создании новой наукоемкой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и экологической безопасности

ПК-6. Способность применять теории и методы теоретической и прикладной инноватики, систем и стратегий управления, управления качеством инновационных проектов, выбирать соответствующие методы решения экспериментальных и теоретических задач

ПК-8. Способность выполнить анализ результатов научного эксперимента (исследования) с использованием соответствующих методов и инструментов обработки, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты в практической деятельности

Специализированные профессиональные компетенции:

СПК-19. Способность модернизировать технологический цикл производства продукта с использованием технологий цифрового производства.

СПК-20. Способность выбирать и применять технологии цифрового производства.

СПК-21. Способность произвести оценку экономического потенциала использования технологий цифрового производства при разработке новых продуктов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: особенности использования технологий цифрового производства, экономические аспекты использования технологий цифрового производства, организацию проектной работы с использованием средств цифрового производства, основные понятия цифрового производства

¹ Из предложенного списка выбрать те, которые формируются в настоящей дисциплине. Остальные удалить.

(цифровое производство, инжиниринг, проектирование, прототипирование, промышленный дизайн, 3D печать, аддитивное производство т.п.); особенности применения программного обеспечения в области 3D моделирования; оборудование и аппаратуру, применяемые в современном цифровом производстве; основные этапы развития аддитивного производства; основные технологии аддитивного производства; основные направления развития аддитивных средств создания новых продуктов; преимущества и недостатки технологий цифрового производства, основные характеристики оборудования цифрового производства, расходные и используемые материалы.

Уметь: выполнять настройку и обслуживание средств цифрового производства, планировать реализацию проекта с использованием современных средств цифрового моделирования и производства; использовать программное обеспечение для 3D моделирования, модернизировать технологический цикл производства продукта с использованием технологий цифрового производства.

Владеть: техническими средствами современного цифрового производства (3D принтер, 3D сканер, лазерный резак); программным обеспечением для 3D моделирования и 3D печати, средствами расчета экономического потенциала использования технологий цифрового производства при разработке новых продуктов.

Иметь опыт: умения практического использования технологий цифрового производства

Форма обучения: очная

IV. Формы контроля

Контроль за освоением дисциплины осуществляется в каждом дисциплинарном разделе отдельно. Формами текущего контроля могут выступать индивидуальные и групповые презентации по заданным темам, тесты, опросы, контрольная работа.

Рубежный контроль: разработка индивидуальных и групповых минипроектов. В конце семестра проводится экзамен с защитой проектной работы по итогам курса.

Итоговая аттестация во 2 семестре – экзамен в устной форме.

Результаты текущего контроля и итоговой аттестации формируют рейтинговую оценку работы обучающегося. Распределение баллов по отдельным видам работ в процессе освоения дисциплины «Технологии цифрового производства» осуществляется в соответствии с Приложением 1.

V. Объём дисциплины и виды учебной работы

Объём курса – 72 часа, 2 зачетные единицы, в том числе 30 часа – аудиторная нагрузка, из которых 6 часов – лекции, 24 часов – семинары, 42 часов – самостоятельная работа студентов. Изучается на 1 курсе (2 семестр), итоговая форма отчетности – экзамен.

| Вид учебной работы | Всего часов |
|---------------------------------------|-------------|
| Контактные занятия (всего) | 30 |
| В том числе: | - |
| Лекции | 6 |
| Практические занятия (ПЗ) | - |
| Семинары (С) | 24 |
| Лабораторные работы (ЛР) | - |
| Самостоятельная работа (всего) | 42 |
| В том числе: | - |
| Реферат | 6 |

| | |
|---|----|
| Домашние задания | 18 |
| Подготовка к опросу | 2 |
| Подготовка к тесту | 2 |
| Подготовка к контрольной работе | 4 |
| Подготовка проектной работы | 6 |
| Вид промежуточной аттестации Экзамен | 4 |
| Общая трудоемкость (часы) | 72 |
| Зачетные единицы | 2 |

VI. Структура и содержание дисциплины

| п/п | Раздел | Содержание (темы) |
|-----|--|--|
| 1 | Состояние и особенности современного цифрового производства | Основные этапы становления и развития цифрового производства. Технические средства современного цифрового производства. Основные технологии цифрового производства. Преимущества и недостатки технологий цифрового производства. |
| 2 | Программное обеспечение цифрового производства | Программное обеспечение цифрового производства. Программное обеспечение для автоматизации производственных процессов Программное обеспечение для 3D моделирования. |
| 3 | Технологии аддитивного производства и прототипирование | Основные технологии аддитивного производства. Основные направления развития аддитивных средств создания новых продуктов. Прототипирование. Этапы и применение. |
| 4 | 3D печать | Устройство и элементы 3D-принтера. Материалы для 3D-печати, основные свойства и отличия. Программное обеспечение для 3D-печати. Принципы работы. Настройки 3D-печати и параметры модели. |
| 5 | 3D сканирование | Устройство 3D-сканера, основные элементы. Параметры 3D-сканирования. Устройство и элементы лазерного резака. Параметры и настройки при лазерной резке. |
| 6 | Станки с ЧПУ | Станки с ЧПУ. Принцип работы и назначение. Основные виды станков с ЧПУ. Программное обеспечение для работы на станках с ЧПУ. |
| 7 | Проекты и стартапы в области цифрового производства | Основные подходы к управлению проектами в сфере цифрового производства. Использование технологий цифрового производства в промышленности. Использование технологий цифрового производства в инновационном бизнесе и |

| | |
|--|---|
| | стартапах. Международная сеть Fab Lab. Принципы и функционирование. Типовой состав оборудования Fab Lab. Назначение и использование. Центры молодежного инновационного творчества. |
|--|---|

Разделы дисциплин и виды занятий (ак. часы)

| п/п | Наименование раздела дисциплины | Лекция | Практические занятия | Лабораторные занятия | Семинар | СРС | Формы текущего контроля |
|-----|---|----------|----------------------|----------------------|-----------|-----------|--|
| 1 | Состояние и особенности современного цифрового производства | 2 | - | - | 2 | 6 | Опрос (собеседование) Реферат |
| 2 | Программное обеспечение цифрового производства | 2 | - | - | 2 | 8 | Опрос (коллоквиум) Домашнее задание |
| 3 | Технологии аддитивного производства и прототипирование | 2 | - | - | 3 | 4 | Опрос (коллоквиум) Тест |
| 4 | 3D печать | - | - | - | 4 | 4 | Опрос (коллоквиум) Домашнее задание |
| 5 | 3D сканирование | - | - | - | 4 | 6 | Опрос (коллоквиум) Домашнее задание |
| 6 | Станки с ЧПУ | - | - | - | 3 | 4 | Опрос (коллоквиум) Тест |
| 7 | Проекты и стартапы в области цифрового производства | - | - | - | 6 | 6 | Опрос (коллоквиум) Контрольная работа |
| | Промежуточная аттестация (экзамен) | | | | | 4 | |
| | Итого | 6 | - | - | 24 | 42 | |

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| № п/п | Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин | № № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1. | Система разработки новых продуктов | + | + | + | + | + | + | + |
| 2. | Управление проектами | + | | + | + | + | + | + |

| | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3. | Теория решения изобретательских задач | | | + | + | + | + | + |
| 4. | Наукоёмкость производства и ценообразование продукции | + | | + | + | + | + | + |
| 5. | Трансфер и коммерциализация результатов научного исследования | | + | + | + | | | + |

VII. Образовательные технологии

В процессе освоения дисциплины «Технологии цифрового производства» используются следующие образовательные технологии:

1. Стандартные методы обучения:

- лекции;
- семинары;
- письменные или устные домашние задания;
- консультации преподавателей;
- самостоятельная работа студентов, в которую входит освоение теоретического материала, подготовка к семинарам, выполнение указанных выше письменных работ.

2. Методы обучения с применением интерактивных форм образовательных технологий:

- интерактивные лекции;
- анализ деловых ситуаций на основе кейс-метода и имитационных моделей;
- круглые столы;
- обсуждение подготовленных студентами рефератов;
- групповые дискуссии и проекты;
- индивидуальная и групповая работа над проектами;
- обсуждение результатов работы студенческих исследовательских групп.

VIII. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Гибсон, Я., Стакер, Б., Розен, Д. Технологии аддитивного производства. Трёхмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство [Текст] / Я. Гибсон, Б. Стакер, Д. Розен. – Техносфера, 2016 – 656 с.
2. Нетёсова, О.Ю. Информационные системы и технологии в экономике: учебное пособие для вузов; 3-е изд., испр. и доп. [Текст] / О.Ю. Нетёсова. – М.: Юрайт, 2017. – 146 с.
3. Попов, В.В. Мыслительное карате. Методология научно-технического творчества и концептуального проектирования. Научно-популярное и учебное издание [Текст] / В.В. Попов. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2018 – 480 с.
4. Рот, А. Внедрение и развитие Индустрии 4.0. Основы, моделирование и примеры из практики [Текст] / А. Рот. – Editorial URSS, 2017 – 294 с.
5. Харин, О., Сувейздис, Э. Цифровая печать. Основные технологии и оборудование. [Текст] / О. Харин, Э. Сувейздис изд. «Книга по Требованию», 2015 – 358 с.

б) Дополнительная литература:

1. Артоболовский, И.И. Механизмы в современной технике. В 7 томах. И.И. [Текст] / Артоболовский. – Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1979 - 2976 с.
2. Блохина Т.К. Экономика и управление инновационной организацией: учебник для бакалавров и магистров [Текст] / Т.К. Блохина, О.Н. Быкова, Т.К. Ермолаева; Российская гос. академия интеллектуальной собственности. – М.: Проспект, 2014. - 427с.
3. Уринцов, А.И. [и др.] Управление знаниями. Теория и практика : учебник для бакалавриата и магистратуры [Текст] / под ред. А. И. Уринцова. – М.: Юрайт, 2017. – 255 с.

Перечень информационных технологий**Интернет-ресурсы:**

1. <http://www.econ.msu.ru/elibrary> – Электронная библиотека экономического факультета.
2. <https://innovation.gov.ru> – Автоматизированная информационная система «Инновации».
3. <http://www.3dpulse.ru> - информационно-аналитическое агентство о 3D-технологиях.
4. <http://3dtoday.ru/> - портал для любителей и профессионалов, заинтересованных в 3D-печати и сопутствующих технологиях.
5. <http://www2.viniti.ru> – Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН).

Рекомендуемые обучающие, справочно-информационные, контролирующие и прочие компьютерные программы, используемые при изучении дисциплины

| № п/п | Название рекомендуемых по разделам и темам программы технических и компьютерных средств обучения | Номера тем |
|-------|--|------------|
| 1. | MS PowerPoint | 1-6 |
| 2. | Autodesk Fusion 360 или Autodesk Tinkercad | 2, 3, 7 |

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе изучения курса обучающиеся обязаны соблюдать дисциплину, вовремя приходить на занятия, делать домашние задания, осуществлять подготовку к семинарам и контрольным работам, проявлять активность на занятиях.

При этом важное значение имеет самостоятельная работа, которая направлена на формирование у учащегося умений и навыков правильного оформления конспекта и работы с ним, работы с литературой и электронными источниками информации, её анализа, синтеза и обобщения. Для проведения самостоятельной работы обучающимся предоставляется список учебно-методической литературы.

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения образовательного процесса необходима аудитория, оборудованная компьютером и проектором, необходимыми для демонстрации презентаций. Обязательное программное обеспечение – MS Office, Autodesk Fusion 360, Autodesk Tinkercad.

IX. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**Темы курсовых работ**

Курсовая работа по дисциплине «Технологии цифрового производства» не предусмотрена.

Темы рефератов

1. Разработка новых продуктов с использованием технологий цифрового производства: современные методы и перспективы.
2. Основные направления развития современных средств цифрового производства.
3. Анализ эффективности внедрения средств цифрового производства на эффективность бизнеса.
4. Аддитивное производство как технология будущего цифрового производства: применение и перспективы.
5. Альтернативы аддитивному производству: технологии настоящего и будущего.
6. Развитие технологий для разработки новых продуктов, цифрового производства и их перспективы.
7. Технологии цифрового производства и безопасность: риски внедрения и угрозы для бизнеса.
8. Цифровое производство как элемент нового технологического уклада.
9. Подготовка кадров и команда проекта в условиях внедрения средств цифрового производства
10. Когда внедрение средств цифрового производства неэффективно: анализ практики и отраслей.

Вопросы для текущего контроля и самостоятельной работы студентов

1. Основные этапы становления и развития цифрового производства.
2. Технические средства современного цифрового производства.
3. Основные технологии цифрового производства.
4. Преимущества и недостатки технологий цифрового производства.
5. Программное обеспечение для автоматизации производственных процессов.
6. Программное обеспечение для 3D-моделирования.
7. Основные технологии аддитивного производства.
8. Прототипирование. Этапы и применение.
9. Устройство и элементы 3D-принтера.
10. Материалы для 3D-печати, основные свойства и отличия.
11. Программное обеспечение для 3D-печати.
12. Устройство 3D-сканера, основные элементы. Параметры 3D- сканирования.
13. Устройство и элементы лазерного резака. Параметры и настройки при лазерной резке.
14. Станки с ЧПУ. Принцип работы и назначение. Основные виды станков с ЧПУ.
15. Основные подходы к управлению проектами в сфере цифрового производства.
16. Использование технологий цифрового производства в промышленности.
17. Использование технологий цифрового производства в инновационном бизнесе и стартапах.

Пример теста для контроля знаний обучающихся

1. Как называется быстрая «черновая» реализация базовой функциональности для анализа работы системы в целом?
 - инжиниринг;
 - **прототипирование;**
 - маркетинг.
2. Основными программами для 3D моделирования являются ...
3. Какой технологический уклад опирается на достижения в области микроэлектроники, информатики, биотехнологии, геной инженерии, новых видов энергии, материалов, освоения космического пространства, спутниковой связи и т. п. ?

- третий;
 - четвертый;
 - **пятый.**
4. Опишите основные характеристики 6-го технологического уклада.
 5. Как называется «предоставление на коммерческой основе инженерно-консультационных услуг, в том числе и по доведению научно-конструкторских разработок до стадии производства»?
 - **инжиниринг;**
 - факторинг;
 - консалтинг.
 6. Существуют следующие основные риски внедрения цифрового производства: ...
 7. В чем суть концепции шесть сигм?
 - необходимость улучшения качества выходов каждого из процессов, минимизации дефектов и статистических отклонений в операционной деятельности;
 - минимум затрат – максимум прибыли;
 - экологичность производства, снижения уровня отходов и энергозатрат.
 8. Какой из материалов для 3D печати производят из кукурузы или сахарного тростника :
 - **PLA;**
 - ABS;
 - HIPS.
 9. Основными методами создания прототипа являются ...
 10. Какой вид оборудования относится к аддитивному производству?
 - **3D принтер;**
 - Фрезерный станок;
 - Лазерный резчик/гравер.
 11. К основным технологиям аддитивного производства относят:
 12. Какие термины относятся к аддитивному производству?
 - **SLA и FDM;**
 - DNA sequencing и CRISPR-Cas9;
 - CRM и ROI.
 13. Перечислите основные виды оборудования цифрового производства.
 14. Как называется один из основных элементов 3D принтера?
 - **экструдер;**
 - компрессор;
 - эквалайзер.
 15. Выделяют следующие этапы прототипирования: ...

Вопросы к экзамену

1. Технические средства современного цифрового производства.
2. Основные этапы развития цифрового производства.
3. Основные технологии цифрового производства.
4. Преимущества и недостатки технологий цифрового производства.
5. Программное обеспечение цифрового производства.
6. Программное обеспечение для 3D-моделирования.
7. Программное обеспечение для автоматизации производственных процессов.
8. Основные технологии аддитивного производства.
9. Основные направления развития аддитивных средств создания новых продуктов.
10. Основные подходы к управлению проектами в сфере цифрового производства.
11. Устройство и элементы 3D-принтера.

12. Материалы для 3D-печати, основные свойства и отличия.
13. Программное обеспечение для 3D печати. Принципы работы.
14. Настройки 3D-печати и параметры модели.
15. Прототипирование. Этапы и применение.
16. Устройство 3D-сканера, основные элементы.
17. Параметры 3D-сканирования.
18. Устройство и элементы лазерного резака.
19. Параметры и настройки при лазерной резке.
20. Международная сеть Fab Lab. Принципы и функционирование.
21. Типовой состав оборудования Fab Lab. Назначение и использование.
22. Станки с ЧПУ. Принцип работы и назначение.
23. Основные виды станков с ЧПУ.
24. Программное обеспечение для работы на станках с ЧПУ.
25. Использование технологий цифрового производства в промышленности.
26. Использование технологий цифрового производства в инновационном бизнесе и стартапах.

Примеры практических заданий для экзамена

Экзамен проводится в устной форме с защитой групповых или индивидуальных проектных работ. Проекты должны быть реализованы по выбору студентов в индивидуальном или групповом формате (не более 4-х в проекте человек включительно) по свободной теме и представлены в виде презентации с устным докладом участников проекта.

Примеры заданий для разработки проектов:

1. Разработка комплексного технического проекта с элементами печати на 3D-принтере.
2. 3D-моделирование технического устройства с использованием нескольких моделей и их сборки.
3. Разработка комплексного проекта с использованием средств цифрового производства.
4. 3D-сканирование сложного объекта, обработка модели после 3D-сканирования.

Примеры домашнего задания

1. Создайте 3D-модель технического устройства с использованием программного обеспечения для трехмерного моделирования.
2. Создайте трехмерную модель для печати на 3D-принтере.
3. Разработайте комплексный технический проект с использованием средств цифрового производства.
4. Выполните 3D-сканирование сложного объекта и обработку модели.
5. Сделайте обзор видов 3D-принтеров, их применения и примеров изделий.
6. Сделайте презентацию по устройству 3D-принтера.
7. Сделайте презентацию по основным элементам 3D-принтера.
8. Проанализируйте материалы для 3D-печати, основные свойства и отличия (ABS, PLA, PVA, HIPS и т.д.).
9. Сделайте презентацию по обслуживанию 3D-принтера и созданию оптимальных условий для его работы.
10. Изучите настройку и калибровку различных частей 3D-принтера.
11. Изучите основные неисправности и как с ними бороться (засорение экструдера, отлипание деталей от платформы, зависание ПО и т.д.).
12. Изучите САМ программы для 3D принтеров.
13. Изучите способы обработки готовых изделий 3D-печати, в т.ч. химическую обработку, склеивание и покраску.

14. Сделайте презентацию по устройству 3D-сканера, основным элементам.
15. Сделайте презентацию по видам 3D-сканеров.
16. Изучите параметры 3D-сканирования. Калибровка, расстояние, освещённость, скорость, угол сканирования.
17. Изучите склейку и обработку 3D-моделей.
18. Проведите 3D-моделирование геометрических фигур: шар, цилиндр, конус, тор.
19. Проведите 3D-моделирование собственного брелока.
20. Проведите 3D-моделирование кружки.
21. Проведите 3D-моделирование шестерни.
22. Проведите 3D-моделирование сборки шестерней.
23. Проведите 3D-моделирование резьбы.
24. Проведите 3D-моделирование винта.
25. Проведите 3D-моделирование приводного ремня.
26. Проведите 3D-моделирование червячной передачи.
27. Проведите 3D-моделирование планетарной передачи.
28. Проведите 3D-моделирование коленного соединения.
29. Проведите 3D-моделирование гаечного ключа.
30. Реализуйте разработку и 3D-моделирование конструкции гоночной машины (болида) и создание 3D-моделей ее элементов (колес, каркаса, трансмиссии).

Примеры контрольной работы

В 1

1. Программное обеспечение для 3D-моделирования.
2. Материалы для 3D-печати, основные свойства и отличия.
3. Технические средства современного цифрового производства.

В 2

1. Преимущества и недостатки технологий цифрового производства.
2. Устройство и элементы 3D-принтера.
3. Программное обеспечение для цифрового производства.

В3

1. Прототипирование. Этапы и применение.
2. Программное обеспечение для автоматизации производственных процессов.
3. Основные технологии аддитивного производства.

СИСТЕМА РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

| № п/п | СТРУКТУРА | Баллы по каждому модулю |
|----------|--|-------------------------------------|
| 1. | Оценка за активное участие в учебном процессе и посещение занятий: <div style="text-align: right; margin-right: 20px;"> Всех занятий Не менее 75% Не менее 50% Не менее 25% </div> Итого: | 5 4 3 2 до 5 |
| 2. | устный опрос в форме собеседования (УО-1) письменный опрос в виде теста (ПР-1) письменная контрольная работа (ПР-2) устный опрос в форме коллоквиума (УО-2) письменная работа в форме реферата (ПР-4) выполнение домашнего задания Итого: | 5 5 10 10 5 10 45 |
| 3. | Экзамен в устной форме с защитой групповых или индивидуальных проектных работ | 50 |
| | ВСЕГО: | 100 |

Пересчет на 5 балльную систему

| 2 (неудовлетворительно) | 3 (удовлетворительно) | 4 (хорошо) | 5 (отлично) |
|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------|-----------------------|
| < 55 | 56-70 | 71-95 | 96-105 |

Язык преподавания: английский

Автор (авторы) программы: Морозов Виталий Валерьевич, старший преподаватель Высшей школы управления и инноваций МГУ имени М.В. Ломоносова.

Преподаватель (преподаватели) программы: Морозов Виталий Валерьевич, старший преподаватель Высшей школы управления и инноваций МГУ имени М.В. Ломоносова.