

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института


Латышев С.С.

« 20 » МАЯ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Направление подготовки:

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Направленность образовательной программы:

Технология машиностроения

Квалификация:

Бакалавр

Форма обучения

Очная




Институт: Технологического оборудования и машиностроения

Кафедра: Технологии машиностроения

Белгород 2021


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденного приказом Минобрнауки России от 17 августа 2020 № 1044
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): к.т.н, доцент  А.В.Хуртасенко
к.т.н, доцент  Е.М.Жуков
ассистент  К.В.Чуев

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » мая 2021 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, доцент  / Т.А. Дююн /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » МАЯ 2021 г., протокол № 6/1

Председатель канд. техн. наук, доцент  / В.Б. Герасименко /

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Категория (группа) компетенций | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине |
|--------------------------------|--|---|---|
| Профессиональные компетенции | ПК-3 Способен разрабатывать технологические процессы изготовления деталей машиностроения низкой сложности | ПК-3.15. Знать основные виды и области применения аддитивных технологий при изготовлении деталей машиностроения низкой сложности | Знать: общие вопросы, основные виды и области применения аддитивных технологий; Уметь: применять аддитивные технологии при изготовлении деталей машиностроения низкой сложности; Владеть: основными методами применения аддитивных технологий в машиностроении |
| | | ПК-3.16. Знать устройство и принципы работы оборудования, применяемого для изготовления деталей машиностроения с использованием аддитивных технологий | Знать: устройство и принципы работы оборудования аддитивных технологий; Уметь: монтировать, эксплуатировать и ремонтировать оборудование для изготовления деталей машиностроения с использованием аддитивных технологий; Владеть: навыками монтажа, эксплуатации и ремонта оборудования для изготовления деталей машиностроения с использованием аддитивных технологий |
| | | ПК-3.17. Выполняет подготовку и редактирование моделей деталей для аддитивного производства, разрабатывает технологические процессы получения деталей на 3D принтерах с использованием CAD/CAM приложений | Знать: основы моделирования и редактирования моделей для аддитивного производства; основы разработки технологических процессов получения для изготовления деталей с использованием аддитивных технологий; Уметь: выполнять подготовку и редактирование моделей деталей для аддитивного производства; выполнять разработку технологические процессы получения деталей на 3D принтерах с использованием CAD/CAM приложений Владеть: навыками монтажа, эксплуатации и ремонта оборудования для изготовления деталей машиностроения с использованием аддитивных технологий |
| | ПК-2 Способен осуществлять выбор заготовок для | 2.1. Определяет технологические свойства материала для изготовления деталей | Знать: основные технологические свойства материала для изготовления деталей машиностроения низкой |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | производства деталей машиностроения низкой сложности. | машиностроения низкой сложности с использованием аддитивных технологий | сложности Уметь: использовать основные технологические свойства материала при изготовлении деталей машиностроения низкой сложности с использованием аддитивных технологий Владеть: навыками применения основных технологических свойств материала для при изготовлении деталей машиностроения низкой сложности |
| | 2.2. Определяет конструктивные особенности деталей машиностроения низкой сложности с использованием аддитивных технологий | | Знать: виды конструктивных особенностей деталей машиностроения низкой сложности с использованием аддитивных технологий Уметь: применять конструктивные особенности деталей машиностроения низкой сложности при изготовлении деталей машиностроения низкой сложности с использованием аддитивных технологий Владеть: умением различать основные виды конструктивных особенностей деталей машиностроения низкой сложности с использованием аддитивных технологий |
| | 2.3. Выбирает технологические методы получения заготовок для изготовления деталей машиностроения низкой сложности с использованием аддитивных технологий | | Знать: основные принципы и технологические методы получения заготовок для изготовления деталей машиностроения низкой сложности с использованием аддитивных технологий Уметь: Выбирать технологические методы получения заготовок для изготовления деталей машиностроения низкой сложности с использованием аддитивных технологий Владеть: навыками выбора технологических методов получения заготовок для изготовления деталей машиностроения низкой сложности с использованием аддитивных технологий |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-3. Способен осуществлять разработку с использованием систем автоматизированного проектирования (САД-систем) и систем автоматизированной технологической подготовки производства (САРР-систем) технологических процессов изготовления машиностроительных изделий низкой сложности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

| Стадия | Наименования дисциплины ¹ |
|--------|--|
| 1. | Метрология и стандартизация |
| 2. | Процессы и операции формообразования |
| 3. | Режущий инструмент |
| 4. | Технологическое оборудование |
| 5. | Основы технологии машиностроения |
| 6. | Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика (4) |
| 7. | Технологическая оснастка |
| 8. | Технология машиностроения |
| 9. | Методы контроля и обеспечения качества изделий |
| 10. | Научно-исследовательская работа |
| 11. | Основы надежности и диагностики технологических систем |
| 12. | Проектирование робототехнических систем |
| 13. | Роботы и робототехнические комплексы |
| 14. | Аддитивные технологии в машиностроении |
| 15. | Производственная преддипломная практика (6) |

¹ В таблице должны быть представлены все дисциплины и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единицы, 108 часа.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки²:

Форма промежуточной аттестации зачет
(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр № 8 |
|---|-------------|-------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час | 108 | 108 |
| Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.: | 58 | 58 |
| лекции | 36 | 36 |
| лабораторные | 0 | 0 |
| практические | 18 | 18 |
| групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ³ | 4 | 4 |
| Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе: | 50 | 50 |
| Курсовой проект | - | - |
| Курсовая работа | - | - |
| Расчетно-графическое задания | - | - |
| Индивидуальное домашнее задание | - | - |
| Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия) | 50 | 50 |
| Зачет | 3 | |

² если дисциплина не реализуется в рамках практической подготовки – предложение убрать

³включают предэкзаменационные консультации (при наличии), а также текущие консультации из расчета 10% от лекционных часов (приводятся к целому числу)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 4 Семестр 8

| № п/п | Наименование раздела (краткое содержание) | Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час | | | |
|---|--|---|----------------------|----------------------|------------------------|
| | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные Занятия | Самостоятельная работа |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Аддитивное формообразование | | | | | |
| | Термины и определения. Классификация методов аддитивного формообразования. Основы послойного синтеза. Структура технологического процесса послойного синтеза. Преимущества и проблемы послойного синтеза. Распространенные приемы повышения эффективности процессов послойного синтеза. | 9 | | | 9 |
| 2. Выбор способов изготовления заготовок деталей машин и изделий методами аддитивного производства | | | | | |
| | Экструзионный метод. Порошковый метод. Струйный метод. Метод ламинирования. Проволочный метод. Полимеризация. | 9 | 6 | | 14 |
| 3. Материалы аддитивных технологий | | | | | |
| | Материалы. Пластики, бетон, металл. Методы получения порошковых материалов из металлов. | 9 | 8 | | 15 |
| 4. Оборудование для аддитивных технологий | | | | | |
| | Классификация и виды оборудования. Параметры оборудования. Размеры изготавливаемого изделия. Производительность. Точность изделия. Стоимость установок. Программное обеспечение для трёхмерного моделирования. Программы для вывода 3D моделей на печать и управления процессом. | 9 | 4 | | 12 |
| | ВСЕГО | 36 | 18 | | 50 |

4.2. Содержание практических занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тема практического занятия | К-во часов | К-во часов СРС |
|-------------------|---|--|------------|----------------|
| семестр №8 | | | | |
| 1. | Оборудование для аддитивных технологий | Изучение назначения и устройства 3D сканера | 2 | 2 |
| 2. | | Изучение устройства и режимов работы 3D принтера | 2 | 2 |
| 3. | Выбор способов изготовления заготовок деталей машин и изделий методами аддитивного производства | Сканирование твердотельной модели | 4 | 4 |
| 4. | | Программная реконструкция полученной цифровой модели | 2 | 2 |
| 5. | Материалы | Построение цифровой модели детали и | 4 | 4 |

| | | | | |
|--------|-----------------------|---|----|----|
| | аддитивных технологий | получение её печатной версии | | |
| 6. | | Построение трехмерного текста на пластине и её печать | 2 | 2 |
| 7. | | Построение модели шара и её печать | 2 | 2 |
| ИТОГО: | | | 18 | 18 |

4.3. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом лабораторных занятий не предусмотрено.

4.4. Содержание курсового проекта/работы⁴

Учебным планом курсовой проект/работа не предусмотрена.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий⁵

Не предусмотрено учебным планом

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-3. Способен разрабатывать технологические процессы изготовления деталей машиностроения низкой сложности.

| Наименование индикатора достижения компетенции | Используемые средства оценивания |
|--|---|
| ПК-2. Способен осуществлять выбор заготовок для производства деталей машиностроения низкой сложности. | Зачет, защита практической работы, собеседование. |
| ПК-3. Способен разрабатывать технологические процессы изготовления деталей машиностроения низкой сложности | Зачет, защита практической работы, собеседование. |

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание вопросов (типовых заданий) |
|-------|---------------------------------|---|
| 1 | Аддитивное формообразование | <ol style="list-style-type: none"> 1. Что называется аддитивными технологиями? 2. Чем отличается быстрое прототипирование от быстрого изготовления? 3. В чём заключается синтез объёмных изделий свободной формы? 4. Что такое послойный синтез? 5. Что называется настольным производством (DTM)? |

⁴Если выполнение курсового проекта/курсовой работы нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

⁵Если выполнение расчетно-графического задания/индивидуального домашнего задания нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

| | | |
|---|---|---|
| | | <ol style="list-style-type: none"> 6. Что называется Digital Manufacturing или Direct Digital Manufacturing (DDM)? 7. Приведите классификацию методов аддитивного формообразования по следующим признакам: по сложности изготавливаемых изделий; по принципу добавления материала; по принципу построения изделия; по состоянию исходного материала и пр. 8. Опишите технологию послойного синтеза изделия. 9. Перечислите преимущества и проблемы послойного синтеза. 10. Какие существуют приемы повышения эффективности процессов послойного синтеза? 11. В чём заключается метод адаптивной толщины слоя? 12. Какие методы аппроксимации применяются при формировании поверхности изделия? 13. В чем заключается метод разнонаправленного рассеяния модели? |
| 2 | Выбор способов изготовления заготовок деталей машин и изделий методами аддитивного производства | <ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислите особенности экструзионного метода, область применения, материалы, технология? 2. Перечислите особенности порошкового метода, область применения, материалы, технология? 3. Перечислите особенности струйного метода, область применения, материалы, технология? 4. Перечислите особенности метода ламинирования, область применения, материалы, технология? 5. Перечислите особенности проволочного метода, область применения, материалы, технология? 6. Перечислите особенности метода полимеризации, область применения, материалы, технология? |
| 3 | Материалы аддитивных технологий | <ol style="list-style-type: none"> 1. Какими свойствами и техническими характеристиками обладает акрилонитрилбутадиенстирол (АБС-пластик)? Область его применения? 2. Какими свойствами и техническими характеристиками обладает полилактид (PLA-пластик)? Область его применения? 3. Какими свойствами и техническими характеристиками обладает полиэтилентерефталат (ПЭТ-пластик)? Область его применения? 4. Какими свойствами и техническими характеристиками обладает нейлон? Область его применения? 5. Область применения бетона в 3D печати? 6. Приведите классификацию металлических порошков в зависимости от размера частиц. 7. Чем обусловлено требование сферической формы частиц металлического порошка? 8. Приведите область применения металлических порошков из различных сплавов. 9. Методы получения порошковых материалов из металлов? 10. В чём заключается сущность метода газовой атомизации? 11. В чём заключается сущность метода центробежной атомизации? 12. В чём заключается сущность метода плазменной атомизации? 13. Особенности производства металлических порошков в России. |
| 4 | Оборудование для аддитивных технологий | <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация и виды оборудования для аддитивных технологий. 2. Особенности дизайнерского оборудования? 3. Основные параметры оборудования для аддитивных технологий? 4. В чём заключается суть гибридных технологий аддитивного производства? 5. Перечислите основные особенности программного обеспечения для трёхмерного моделирования в зависимости от группы назначений ПО. |

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты лабораторных работ.

Практические работы. В учебном пособии по дисциплине представлен перечень практических работ, приведены необходимые теоретические и методические указания.

Защита практических работ возможна после проверки правильности выполнения задания и сохранения файла документа. Защита проводится в форме опроса преподавателем и демонстрации отдельных навыков по теме практической работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических работ представлен в таблице.

| № | Тема практической работы | Контрольные вопросы |
|--------------------|--|--|
| семестр № 8 | | |
| 1 | Изучение назначения и устройства 3D сканера | <ol style="list-style-type: none"> 1. Какой диапазон сканирования 3D сканера? 2. Что называется оптической триангуляцией с фазовым смещением? 3. Приведите схему 3D сканера. 4. Какие максимальные габариты сканируемого изделия? |
| 2 | Изучение устройства и режимов работы 3D принтера | <ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислите основные узлы 3D принтера. 2. В чём заключается подготовка исходного файла для печати? 3. Какие материалы используются в 3D принтере для печати изделий? 4. С какой целью осуществляется предварительный нагрев стола 3D принтера? 5. От каких параметров зависит производительность 3D принтера? 6. С какой целью заполняются пустоты при аддитивном производстве деталей? 7. Какие существуют правила размещения детали в пространстве стола 3D принтера? |
| 3 | Сканирование твердотельной модели | <ol style="list-style-type: none"> 1. Приведите последовательность процедуры сканирования. 2. Какие функции выполняет приложение Photo3D Studio? 3. Какие параметры выставляются в приложении Photo3D Studio перед началом работы? 4. Какие функции выполняет приложение Photoscan? 5. В чём заключается настройка системы перед началом сканирования? 6. В каком формате сохраняются результаты сканирования? |

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено или незачтено⁶.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

| Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине | Критерий оценивания |
|--|---|
| Знания | Знание терминов, определений, понятий |
| | Знание основных закономерностей, соотношений, принципов |
| | Объем освоенного материала |
| | Полнота ответов на вопросы |
| | Четкость изложения и интерпретации знаний |
| Умения | Умение применять аддитивные технологии при изготовлении деталей машиностроения низкой сложности |
| | Умение монтировать, эксплуатировать и ремонтировать оборудование для изготовления деталей машиностроения с использованием аддитивных технологий |
| | Умение выполнять подготовку и редактирование моделей деталей для аддитивного производства |
| | Умение выполнять разработку технологические процессы получения деталей на 3D принтерах с использованием CAD/CAM приложений |
| | Умение использовать основные технологические свойства материала для при изготовлении деталей машиностроения низкой сложности с использованием аддитивных технологий |
| | Умение: выбирать технологические методы получения заготовок для изготовления деталей машиностроения низкой сложности с использованием аддитивных технологий |
| Навыки | Владение основными методами применения аддитивных технологий в машиностроении |
| | Владение навыками монтажа, эксплуатации и ремонта оборудования для изготовления деталей машиностроения с использованием аддитивных технологий |
| | Качество выполнения трудовых действий в ходе выполнения проектов и заданий в области подготовки документации для машиностроительного предприятия |
| | Самостоятельность планирования трудовых действий в профессиональной деятельности |

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

⁶ В ходе текущей аттестации могут быть использованы балльно-рейтинговые шкалы.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | |
|---|---|---|
| | Не зачтено | зачтено |
| Знание терминов, определений, понятий | Не знает терминов и определений | Знает термины и определения Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно |
| Знание основных закономерностей, соотношений, принципов | Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний | Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать |
| Объем освоенного материала | Не знает значительной части материала дисциплины | Знает материал дисциплины в достаточном объеме. Обладает твердыми полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями |
| Полнота ответов на вопросы | Не дает ответы на большинство вопросов или дает неполные ответы на все вопросы | Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы |
| Четкость изложения и интерпретации знаний | Излагает знания без логической последовательности или излагает знания с нарушениями в логической последовательности | Излагает знания без нарушений в логической последовательности. Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя |
| | Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками | Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний |
| | Неверно излагает и интерпретирует знания, допускает грубые неточности в изложении и интерпретации знаний | Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы |

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

| Критерий | Уровень освоения и оценка | |
|---|---|--|
| | Не зачтено | зачтено |
| Умение применять аддитивные технологии при изготовлении деталей машиностроения низкой сложности | Не применять аддитивные технологии при изготовлении деталей машиностроения низкой сложности | Использует в полном объеме аддитивные технологии при изготовлении деталей машиностроения низкой сложности |
| Умение монтировать, эксплуатировать и ремонтировать оборудование для изготовления деталей машиностроения с использованием аддитивных технологий | Не умеет обращаться с оборудованием для изготовления деталей машиностроения с использованием аддитивных технологий. | Умеет производить монтаж, наладку, эксплуатацию и ремонт оборудования для изготовления деталей машиностроения с использованием аддитивных технологий |
| Умение выполнять подготовку и редактирование моделей деталей для аддитивного производства | Допускает грубые ошибки при моделировании и редактировании деталей | Качественно выполняет подготовку и редактирование моделей деталей для аддитивного производства |
| Умение выполнять разработку технологические процессы получения деталей на 3D принтерах с использованием CAD/CAM | Допускает грубые ошибки при написании технологического процесса получения деталей на 3D принтерах с использованием | Не испытывает данных ошибки при разработке технологического процесса получения деталей на 3D принтерах с использованием |

| приложений | CAD/CAM | |
|---|--|---|
| Умение использовать основные технологические свойства материала при изготовлении деталей машиностроения низкой сложности с использованием аддитивных технологий | Допускает грубые ошибки в умении определять технологические свойства материала при изготовлении деталей машиностроения низкой сложности с использованием аддитивных технологий | Не допускает грубые ошибки в умении определять технологические свойства материала при изготовлении деталей машиностроения низкой сложности с использованием аддитивных технологий |
| Умение: выбирать технологические методы получения заготовок для изготовления деталей машиностроения низкой сложности с использованием аддитивных технологий | Допускает грубые ошибки в умении выбирать технологические методы получения заготовок для изготовления деталей машиностроения низкой сложности с использованием аддитивных технологий | Не допускает грубые ошибки в умении выбирать технологические методы получения заготовок для изготовления деталей машиностроения низкой сложности с использованием аддитивных технологий |

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

| Критерий | Уровень освоения и оценка | |
|--|---|---|
| | Не зачтено | зачтено |
| Владение основными методами применения аддитивных технологий в машиностроении | Не может применить аддитивные технологии в машиностроении | Полностью обладает основными методами применения аддитивных технологий в машиностроении |
| Владение навыками монтажа, эксплуатации и ремонта оборудования для изготовления деталей машиностроения с использованием аддитивных технологий | Допускает грубые ошибки при наладке, эксплуатации и ремонте оборудования для изготовления деталей машиностроения с использованием аддитивных технологий | Полностью обладает навыками наладки, эксплуатации и ремонта оборудования для изготовления деталей машиностроения с использованием аддитивных технологий |
| Качество выполнения трудовых действий в ходе выполнения проектов и заданий в области подготовки документации для машиностроительного предприятия | Выполняет трудовые действия некачественно | Выполняет трудовые действия качественно, в том числе при выполнении сложных заданий |
| Самостоятельность планирования трудовых действий в профессиональной деятельности | Не может самостоятельно планировать и выполнять трудовые действия | Полностью самостоятельно выполняет трудовые действия |

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

| № | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|---|--|--|
| 1 | Специализированная аудитория для проведения лекционных занятий УК№4, №305. | Специализированная мебель, мультимедийный проектор с интерактивной доской, ПК. |
| 2 | Специализированная лаборатория PLM-технологии в машиностроении УК№4, №308 | Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду, комплект оборудования для аддитивного производства изделий машиностроения. |
| 3 | Специализированная лаборатория САПР для курсового и дипломного проектирования УК№4, №313 | Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду. |
| 4 | Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы | Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду. |

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

| № | Перечень лицензионного программного обеспечения. | Реквизиты подтверждающего документа |
|---|--|---|
| 1 | Windows 10 Pro | ПодпискаMicrosoftImaginePremiumid: 6f22ecb4-6882-420b-a39b-afba0ace820c. Срок действия до 01.05.2019. |
| 2 | MicrosoftOffice 2016 | Соглашение №V6328633. Срок действия до 31.10.2020 |
| 3 | Учебный комплект КОМПАС-3D V18 | Лицензионное соглашение МЦ-МЦ-18-00521 от 13.11.2018 |
| 4 | Учебный комплект КОМПАС-3D V15 | Лицензионное соглашение МЦ-11-00610 от 06.12.2011 |
| 4 | Учебный комплект ВЕРТИКАЛЬ 2018 | Лицензионное соглашение МЦ-19-00059 от 11.02.2019 |

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Кравченко, Е. Г. Аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие / Е. Г. Кравченко, А. С. Верещагина, В. Ю. Верещагин. — Комсомольск-на-Амуре : КНАГУ, 2018. — 140 с. — ISBN 978-5-7765-1350-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151709> (дата обращения: 01.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Преображенская, Е. В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств : учебное пособие / Е. В. Преображенская, Т. Н. Боровик, Н. С. Баранова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021 — Часть 1 — 2021. — 173 с. — ISBN 978-5-7339-1397-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/182474> (дата обращения: 01.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Преображенская, Е. В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств : учебное пособие / Е. В. Преображенская, В. В. Зуев, А. А. Мышечкин. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021 — Часть 2 — 2021. — 164 с. — ISBN 978-5-7339-1398-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/182471> (дата обращения: 01.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Горунов, А. И. Основы аддитивного производства : учебно-методическое пособие / А. И. Горунов, А. Р. Гайсина, А. Х. Гильмутдинов. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2019. — 16 с. — ISBN 978-5-7570-2361-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/144009> (дата обращения: 01.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Трофимов, А. В. Компьютерные технологии в машиностроении. Аддитивные технологии : учебное пособие / А. В. Трофимов. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2019. — 72 с. — ISBN 978-5-9239-1114-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/120060> (дата обращения: 01.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. <https://e.lanbook.com/> – Электронно-библиотечная система издательства «Лань».
2. www.iprbookshop.ru – Электронно-библиотечная система IPRbooks
3. <https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
4. <http://diss.rsl.ru/> – Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки
5. <https://elib.bstu.ru/> – Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех»). БГТУ им. В.Г. Шухова
6. <http://techlibrary.ru> – Информационный ресурс со свободным доступом «Техническая библиотека»;
7. <http://window.edu.ru/window/library> – электронная библиотека научно-технической литературы;
8. <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib> – библиотека СПбГТУ.