

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

И.А. Новиков
«20» 05 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Аддитивные технологии при производстве и ремонте подвижного состава

Специальность:

23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация:

Технология производства и ремонт подвижного состава

Квалификация

инженер путей сообщения

Форма обучения

очная

Институт Транспортно-технологический

Кафедра Подъемно-транспортные и дорожные машины

Белгород 2023


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 23.05.03 подвижной состав железных дорог, утвержденного приказа Минобрнауки России от 27 марта 2018 г. N 215;
- Учебного плана по направлению подготовки 23.05.03 - Подвижной состав железных дорог, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2022 году.

Составитель (составители) канд. техн. наук, доц.  Любимый Н.С.
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 10 » 05 20 23 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой: д.т.н., доцент  А.А. Романович

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 17 » 05 20 23 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доц.  Орехова Т.Н.

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	ПК-1 Способен планировать работы по эксплуатации, техническому обслуживанию, производству и ремонту механизмов и оборудования подвижного состава	ПК-1.1 Планирует и организует мероприятия с учетом требований по обеспечению безопасности движения поездов	Знания: основ технологии производства деталей подвижного состава методами аддитивного производства; основные закономерности, возникающие в процессе аддитивного выращивания деталей. Умения: назначать технологию аддитивного производства деталей подвижного состава ПС в соответствии с эксплуатационными параметрами ПС. Навыки: выбора оборудования, технологических режимов, средств технологического оснащения, материалов и навыками работы с ПО при аддитивном производстве деталей ПС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1 Способен планировать работы по эксплуатации, техническому обслуживанию, производству и ремонту механизмов и оборудования подвижного состава.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Аддитивные технологии при производстве и ремонте подвижного состава
2.	Конструкции тормозов и автоматических систем безопасности
3.	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 (пять) зач. единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации _____ зачет

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	88	88
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	92	92
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	92	92
Экзамен	-	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 5 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям ¹
1. Введение в аддитивное производство					
1.1	Виды производственных технологий. Аддитивные технологии. История создания аддитивных технологий. Ключевые направления в которых используются аддитивные технологии. Содержание производственного процесса, технической, конструкторской, технологической подготовки производства. Технологический процесс и его структура. Типы производства.	4	4	-	14
1.2	Классификация аддитивных технологических процессов. Мировой опыт применения 3D печати. Содержание необходимой информации при проектировании технологических процессов. Основные принципы проектирования аддитивных технологических процессов.	4	4	-	13
2. Введение в FDM печать					
2.1	Система подачи. Устройство подающего механизма. Система позиционирования. Система управления.	4	4	-	13
3. Подготовка модели к 3D печати					
3.1	Интерфейс и возможности слайсера для генерации управляющего G-кода. Ориентация модели в области построения 3D принтера. Взаимосвязи параметров прочности изделия и способов построения (выращивания изделия).	4	4	-	13
4. САПР для создания и редактирования моделей деталей подвижного состава					
4.1	САПР для создания моделей цифровых двойников. Основы создания моделей с использованием Компас3D и других ПО. Формат импорта и экспорта моделей из других CAD систем. Принципы оптимизации моделей для обеспечения качества модели. Выполнение пустотелых оболочек с использованием CAD систем.	4	4	-	13
5. Расчёты прочности					
5.1	Основы теории сопротивления материалов. Введение в теорию упругости. Введение в тензорный анализ. Фундаментальные законы. Определяющие уравнения. Основы метода конечных элементов. Расчёты прочности с использованием САПР пакетов.	4	4	17	13
6. Топологическая оптимизация формы детали подвижного состава					
6.1	Основы топологической оптимизации, суть метода. Исходные данные для расчёта. Подготовка модели к оптимизации. Накладывание ограничений на геометрию. Выполнение расчёта и анализ данных. Построение цифровой модели оптимизированного изделия и его прочностной расчёт.	4	4	-	13
7. Технология изготовления композитных деталей					
7.1	Описание технологии. Свойства металлонаполненных реактопластичных металлополимеров. Оборудование для производства металл-композитных изделий.	6	6	-	13
	ВСЕГО	34	34	17	92

¹ Указать объем часов самостоятельной работы для подготовки к лекционным, практическим, лабораторным занятиям

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
Семестр №9				
1	Топологическая оптимизация формы детали подвижного состава	Расчёт прочности кронштейна	8	8
2	Топологическая оптимизация формы детали подвижного состава	Оптимизация формы кронштейна по массе	10	10
3	Основы расчета размерных цепей	Расчёт прочности оптимизированной детали	8	8
4	Качество изделий машиностроения	Построение твердотельной модели оптимизированного изделия	8	8
ВСЕГО:			34	34

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во лекц. часов	К-во часов СРС
Семестр № 9				
1	Расчёты прочности	Решение задачи об изгибе балки	1	1
2	Расчёты прочности	Решение задачи о биметаллической пластине	2	2
3	Расчёты прочности	Решение задачи о растяжении слоя	2	2
4	Расчёты прочности	Решение задачи о растяжении слоя с круглым отверстием	2	2
5	Расчёты прочности	Решение задачи о растяжении слоя с квадратным отверстием	2	2
6	Расчёты прочности	Решение задачи о собственных колебаниях стержня	2	2
7	Расчёты прочности	Решение задачи о собственных колебаниях составного стержня	2	2
8	Расчёты прочности	Решение задачи о вдавливании штампа в пластину	2	2
9	Расчёты прочности	Решение задачи о кронштейне с несколькими режимами нагружения	2	2
ВСЕГО:			17	17

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

Компетенция ПК-1 Способен планировать работы по эксплуатации, техническому обслуживанию, производству и ремонту механизмов и оборудования подвижного состава

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1 Планирует и организует мероприятия с учетом требований по обеспечению безопасности движения поездов	Собеседование, защита лабораторных работ, защита практических работ, зачет

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

Компетенция ПК-1		
№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение в аддитивное производство	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие виды аддитивных технологических процессов бывают. 2. Назовите преимущества FDM технологий. 3. Назовите недостатки FDM технологий. 4. Назовите преимущества SLM технологий. 5. Назовите недостатки SLM технологий. 6. Опишите назначение программ слайсеров и их основные возможности. 7. Какие материалы применяются для 3D печати по различным аддитивным технологиям.
2	Введение в FDM печать	<ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите принцип действия системы подачи филамента. 2. Опишите принцип действия подающего механизма. 3. Опишите принцип действия системы позиционирования. 4. Опишите принцип действия системы управления.
3	Подготовка модели к 3D печати	<ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите интерфейс и возможности слайсера для генерации управляющего G-кода. 2. Каковы принципы ориентации модели в области построения. 3. Какие параметры технологического процесса можно изменять при создании управляющей программы.
4	САПР для создания и редактирования моделей деталей подвижного состава	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принципы создания 2D графики. 2. Принципы построения 3D моделей. 3. Инструменты оптимизации 3D модели. 4. Форматы сохранения цифровых моделей и особенности работы с ними. 5. Использование тематических сообществ для обмена моделями стандартных изделий и узлов.
5	Расчёты прочности	<ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите суть метода конечных элементов. 2. Какие фундаментальные законы теории упругости используются для МКЭ. 3. Опишите схему расчёта прочности с использованием МКЭ.
6	Топологическая оптимизация формы детали подвижного состава	<ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите суть метода топологической оптимизации. 2. Опишите инструменты для работы с геометрией модели. 3. Опишите интерфейс программы для работы с анализом прочности по МКЭ. 4. Опишите интерфейс ПО для работы с оптимизацией модели. 5. Опишите интерфейс и инструментарий для работы с построением геометрии оптимизированной модели.
7	Технология изготовления композитных деталей	<ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите технологию изготовления композитных изделий. 2. Опишите устройство для заливки металлополимеров в форму изделия. 3. Каким образом подбираются параметры технологической системы при производстве композитных изделий.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

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

Лабораторные работы. В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, дан перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме лабораторной работы.

Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

Компетенция	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
ПК-1	Лабораторная работа №1. Решение задачи об изгибе балки	1. Опишите суть метода конечных элементов для решения поставленной задачи. 2. Какие фундаментальные законы теории упругости используются для МКЭ. 3. Опишите схему расчёта прочности с использованием МКЭ для поставленной задачи.
ПК-1	Лабораторная работа №2. Решение задачи о биметаллической пластине	1. Опишите суть метода конечных элементов для решения поставленной задачи. 2. Какие фундаментальные законы теории упругости используются для МКЭ. 3. Опишите схему расчёта прочности с использованием МКЭ для поставленной задачи.
ПК-1	Лабораторная работа №3. Решение задачи о растяжении слоя	1. Опишите суть метода конечных элементов для решения поставленной задачи. 2. Какие фундаментальные законы теории упругости используются для МКЭ. 3. Опишите схему расчёта прочности с использованием МКЭ для поставленной задачи.
ПК-1	Лабораторная работа №4. Решение задачи о растяжении слоя с круглым отверстием	1. Опишите суть метода конечных элементов для решения поставленной задачи. 2. Какие фундаментальные законы теории упругости используются для МКЭ. 3. Опишите схему расчёта прочности с использованием МКЭ для поставленной задачи.
ПК-1	Лабораторная работа №5. Решение задачи о растяжении слоя с квадратным отверстием	1. Опишите суть метода конечных элементов для решения поставленной задачи. 2. Какие фундаментальные законы теории упругости используются для МКЭ.

Компетенция	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		3. Опишите схему расчёта прочности с использованием МКЭ для поставленной задачи.
ПК-1	Лабораторная работа №6. Решение задачи о собственных колебаниях стержня	1. Опишите суть метода конечных элементов для решения поставленной задачи. 2. Какие фундаментальные законы теории упругости используются для МКЭ. 3. Опишите схему расчёта прочности с использованием МКЭ для поставленной задачи.
ПК-1	Лабораторная работа №7. Решение задачи о собственных колебаниях составного стержня	1. Опишите суть метода конечных элементов для решения поставленной задачи. 2. Какие фундаментальные законы теории упругости используются для МКЭ. 3. Опишите схему расчёта прочности с использованием МКЭ для поставленной задачи.
ПК-1	Лабораторная работа №8. Решение задачи о вдавливании штампа в пластину	1. Опишите суть метода конечных элементов для решения поставленной задачи. 2. Какие фундаментальные законы теории упругости используются для МКЭ. 3. Опишите схему расчёта прочности с использованием МКЭ для поставленной задачи.
ПК-1	Лабораторная работа №9. Решение задачи о кронштейне с несколькими режимами нагружения	1. Опишите суть метода конечных элементов для решения поставленной задачи. 2. Какие фундаментальные законы теории упругости используются для МКЭ. 3. Опишите схему расчёта прочности с использованием МКЭ для поставленной задачи.

Практические занятия. В методическом практикуме по дисциплине представлен перечень упражнений, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, рассмотрен практический пример, даны варианты выполнения и перечень контрольных вопросов.

Защита практических работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме практического занятия. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических занятий представлен в таблице.

Компетенция	Тема практического занятия	Контрольные вопросы
ПК-1	Практическое занятие №1. Расчёт прочности кронштейна	Задание: 1. Определить исходные данные. 2. Экспортировать модель. 3. Выбрать места приложения нагрузок. 4. Составить сценарий нагружения. 5. Произвести расчёт. 6. Произвести анализ расчётных данных. Вывод: выводы по работе должны содержать предположения по обеспечению требуемой прочности, необходимо указать критические места

Компетенция	Тема практического занятия	Контрольные вопросы
		конструкции.
ПК-1	Практическое занятие №2. Оптимизация формы кронштейна по массе	<p>Задание:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить исходные данные. 2. Экспортировать модель. 3. Выбрать места приложения нагрузок. 4. Составить сценарий нагружения. 5. Выбрать неизменяемые поверхности и области симметрии. 6. Произвести расчёт. 7. Произвести анализ расчётных данных. <p>Вывод: выводы по работе должны содержать предположения по обеспечению требуемой прочности, необходимо указать критические места конструкции.</p>
ПК-1	Практическое занятие №3. Расчёт прочности оптимизированной детали	<p>Задание:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить исходные данные. 2. Экспортировать модель. 3. Выбрать места приложения нагрузок. 4. Составить сценарий нагружения. 5. Произвести расчёт. 6. Произвести анализ расчётных данных. <p>Вывод: выводы по работе должны содержать предположения по обеспечению требуемой прочности, необходимо указать критические места конструкции.</p>
ПК-1	Практическое занятие №4. Построение твердотельной модели оптимизированного изделия	<p>Задание:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Произвести построение модели изделия по цифровому следу нагрузок полученных МКЭ. 2. Оптимизировать форму изделия. 3. Экспортировать готовое изделие. 3. Произвести расчёт оптимизированной модели. <p>Вывод: выводы по работе должны содержать анализ показателей технологичности конструкции детали и возможные пути для её повышения.</p>

Расчетно-графическое задание.

Не предусмотрено учебным планом.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата	Критерий оценивания

обучения по дисциплине	
Знания	Знание основ технологии производства деталей подвижного состава.
	Знание закономерностей, возникающих в процессе аддитивного производства деталей подвижного состава
	Знание методов контроля параметров технологических процессов аддитивного производства деталей подвижного состава
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения материала
Умения	Умение назначать методы аддитивного производства деталей подвижного состава, обосновывать выбор материала для изготовления деталей подвижного состава
	Умение выбирать и использовать способы и средства контроля параметров технологических процессов аддитивного производства деталей подвижного состава
	Умение выполнять обоснование средств и способов обеспечения качества и точности изготавливаемых деталей
Навыки	Владение средствами автоматизации создания технологического процесса аддитивного производства деталей подвижного состава
	Навыки разработки технологической документации при проектировании технологических процессов производства деталей в соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСТД в САПР.
	Навыки назначения конструкторско-технологических баз заготовок.

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание основ технологии производства деталей подвижного состава	Не знает основ технологии производства деталей подвижного состава.	Знает основ технологии производства деталей подвижного состава, но допускает неточности формулировок	Знает основ технологии производства деталей подвижного состава.	Знает основ технологии производства деталей подвижного состава. может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, возникающих в	Не знает закономерностей, возникающих в	Знает закономерностей, возникающих в	Знает закономерностей, возникающих в	Знает закономерностей, возникающих в

процессе аддитивного производства деталей подвижного состава	процессе аддитивного производства деталей подвижного состава	процессе аддитивного производства деталей подвижного состава	процессе аддитивного производства деталей подвижного состава, грамотно их интерпретирует и использует	процессе аддитивного производства деталей подвижного состава, может самостоятельно их получить и использовать
Знание методов контроля параметров технологических процессов аддитивного производства деталей подвижного состава	Не знает методов контроля параметров технологических процессов аддитивного производства деталей подвижного состава	Знает методы контроля параметров технологических процессов аддитивного производства деталей подвижного состава, но допускает неточности	Знает основные методы контроля параметров технологических процессов аддитивного производства деталей подвижного состава	Знает методы контроля параметров технологических процессов аддитивного производства деталей подвижного состава, а также способен анализировать их преимущества и недостатки для конкретного вида контроля
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение назначать методы	Не умеет назначать методы	Умеет назначать методы	Умеет назначать методы	Умеет назначать методы

аддитивного производства деталей подвижного состава, обосновывать выбор материала для изготовления деталей подвижного состава	аддитивного производства деталей подвижного состава, обосновывать выбор материала для изготовления деталей подвижного состава	аддитивного производства деталей подвижного состава, обосновывать выбор материала для изготовления деталей подвижного состава	аддитивного производства деталей подвижного состава, обосновывать выбор материала для изготовления деталей подвижного состава при помощи цифровых средств	аддитивного производства деталей подвижного состава, обосновывать выбор материала для изготовления деталей подвижного состава и получать на их основе технологический процесс
Умение выбирать и использовать способы и средства контроля параметров технологических процессов аддитивного производства деталей подвижного состава	Не умеет выбирать и использовать способы и средства контроля параметров технологических процессов аддитивного производства деталей подвижного состава	Умеет выбирать и использовать способы и средства контроля параметров технологических процессов аддитивного производства деталей подвижного состава	Умеет выбирать и использовать способы и средства контроля параметров технологических процессов аддитивного производства деталей подвижного состава	Умеет целесообразно и логически выбирать и использовать способы и средства контроля параметров технологических процессов аддитивного производства деталей подвижного состава
Умение выполнять обоснование средств и способов обеспечения качества и точности изготавливаемых деталей	Не умеет выполнять обоснование средств и способов обеспечения качества и точности изготавливаемых деталей	Выполняет экономическое и техническое обоснование средств и способов обеспечения качества и точности изготавливаемых деталей	Выполняет экономическое и техническое обоснование средств и способов обеспечения качества и точности изготавливаемых деталей	Умеет целесообразно и логически выполнять обоснование средств и способов обеспечения качества и точности изготавливаемых деталей

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение средствами автоматизации создания технологического процесса аддитивного производства деталей подвижного состава	Не владеет средствами автоматизации создания технологического процесса аддитивного производства деталей подвижного состава	Владеет средствами автоматизации создания технологического процесса аддитивного производства деталей подвижного состава, но допускает неточности	Владеет средствами автоматизации создания технологического процесса аддитивного производства деталей подвижного состава	Владеет средствами автоматизации создания технологического процесса аддитивного производства деталей подвижного состава, а также способен находить пути уменьшения погрешностей базирования

<p>Навыки разработки технологической документации при проектировании технологических процессов производства деталей в соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСТД в САПР.</p>	<p>Не владеет разработкой технологической документации при проектировании технологических процессов производства деталей в соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСТД в САПР.</p>	<p>Владеет навыками разработки технологической документации при проектировании технологических процессов производства деталей в соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСТД в САПР.</p>	<p>Владеет достаточными навыками разработки технологической документации при проектировании технологических процессов производства деталей в соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСТД в САПР.</p>	<p>Самостоятельно, правильно и в полном объеме разрабатывает технологическую документацию при проектировании технологических процессов производства деталей в соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСТД.</p>
<p>Навыки назначения конструкторско-технологических баз заготовок.</p>	<p>Не владеет навыками назначения конструкторско-технологических баз заготовок.</p>	<p>Владеет базовыми навыками назначения конструкторско-технологических баз заготовок.</p>	<p>Владеет средствами автоматизации при назначении конструкторско-технологических баз заготовок.</p>	<p>Владеет средствами автоматизации и созданием управляющих программ для аддитивного производства</p>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта (с указанием площади и номера помещения в соответствии с документами бюро технической инвентаризации)
1	Учебные аудитории лекционных, практических и лабораторных занятий, специализированная мебель, специализированные лабораторные стенды	308012, Белгородская область, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, УК 4 № 221, 58,8 кв. м, этаж 2, помещение 29
2	Читальный зал библиотеки с выходом в сеть Интернет для самостоятельной работы: специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.	308012, Белгородская область, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, Библиотека № 303, 83,1 кв. м, этаж 3, помещение 9

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	FREECAD	https://wiki.freecadweb.org/Licence
2	The open-source Arduino Software (IDE)	https://docs.arduino.cc
3	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
4	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
5	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
6	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
7	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Аддитивное производство деталей подвижного состава: методические указания к выполнению практических заданий для студентов очной и заочной форм обучения по специальности 23.05.03 – Подвижной состав железных дорог / сост. Н.С. Любимый. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2023. – 26 с.
2. Аддитивное производство деталей подвижного состава: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов очной и заочной форм обучения по специальности 23.05.01 – Подвижной состав железных дорог / сост. Н.С. Любимый. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2023. – 29 с.

6.4. Перечень дополнительной литературы

3. Горбацевич, А Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб.пособие / А Ф. Горбацевич, В. А Шкред. - Изд. 5-е, стер. Перепеч. с 4-го изд. 1983 г. - Москва: Альянс, 2007. - 256 с.

4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1. Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение-1, 2003 Г. 912 С., ИЛ.

5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2. Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. - 5-е изд., перераб. и доп. -М.: Машиностроение-1, 2003 Г. 944 С., ИЛ.

6. Шрубченко И.В. Проектирование технологических процессов сборки изделий: Метод.указания к выполнению курсового проекта по технологии машиностроения для студентов спец. 12.01. -Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 1999.

7. Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. Учебник для Втузов. Изд. 2-е, доп. М., «Высш. школа», 1976. 536 с., ил.

8. Технологичность конструкции изделия: справочник / ред. Ю. Д. Амиров. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Машиностроение, 1990. - 768 с. - (Библиотека конструктора).

9. Технология машиностроения (специальная часть)/ А.А Гусев, Е.Р. Ковальчук, И.М. Колесов и др. - М.: Машиностроение, 1986. - 480 с.

10. ГОСТ Р 57558-2017 Аддитивные технологические процессы. базовые принципы. - Москва: Стандартинформ, 2019. - 24 с.

11. ГОСТ Р 57589-2017 Материалы для аддитивных технологических процессов. - Москва: Стандартинформ, 2019. - 12 с.

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

1. Сайт научно-технической библиотеки БГТУ им. В.Г. Шухова: <http://elib.bstu.ru/>
2. Сайт Электронно-библиотечной системы издательства «Лань»: <http://edanbook.com/>

3. Сайт РОСПАТЕНТА: <http://www1.fips.ru/>

4. Сайт Электронно-библиотечной
<http://www.iprbookshop.ru/>

системы

«IPRbooks»:

5. <https://www.freecadweb.org/?lang=ru>

6. <https://robodk.com>