

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

СОГЛАСОВАНО  
Директор института  
магистратуры  
И.В.Космачева  
« 22 » 05 2023 г.



УТВЕРЖДАЮ  
Директор института технологического  
оборудования и машиностроения  
С.С.Латышев  
« 22 » 05 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины**

**Цифровая трансформация машиностроительных производств**

направление подготовки:

15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств

Направленность образовательной программы:

Производственный инжиниринг и цифровые технологии в машиностроении

Квалификация

магистр

Форма обучения

Очная

**Институт:** Технологического оборудования и машиностроения

**Выпускающая кафедра:** Технологии машиностроения

Белгород – 2023

Рабочая программа составлена на основании требований:

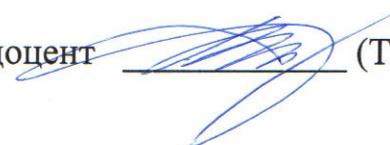
▪ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 17 августа 2020 г. № 1046

▪ плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2023 году.

Составитель: к.т.н., доцент  (А.В.Хуртасенко)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«15» 05 2023 г. прот. № 11

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«22» 05 2023 г. прот. № 6

Председатель  (Горшков П.С.)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Профессиональные компетенции	ПК-4. Способен осуществлять разработку проектов изделий и технологий с использованием средств автоматизированного проектирования	ПК-4.4 Участствует в разработке и внедрении проектов цифровой трансформации машиностроительных предприятий	<b>Знать:</b> Концепцию, методики и технологии цифровой трансформации промышленных предприятий, их структурную и функциональную организацию. Средства информационной поддержки гибких предприятий и киберфизических производственных систем <b>Уметь:</b> Планировать и разрабатывать поэтапные проекты трансформации машиностроительных предприятий <b>Владеть:</b> Методиками оценки цифровой зрелости промышленных предприятий в соответствии с современным уровнем требований
------------------------------	---	---	--

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-4.** Способен осуществлять разработку проектов изделий и технологий с использованием средств автоматизированного проектирования.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Цифровая трансформация машиностроительных предприятий

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
лекции	34	34
лабораторные		
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации <sup>1</sup>		
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	<b>76</b>	<b>76</b>
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	76	76
Экзамен		зачет

<sup>1</sup> включают 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 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Основы цифровой трансформация промышленных предприятий</b>					
	Общая концепция цифровой трансформации промышленных предприятий. Основы цифровой трансформации промышленных предприятий. Промышленные предприятия будущего. Кибер-физические производственные системы (КФПС).	7	7		14
<b>2. Организация кибер-физических производственных систем</b>					
	Комплексное проектирование кибер-физических производственных систем. Интегрированные формы организации кибер-физических производственных систем (КФПС). Современные модели планирования и оперативного управления кибер-физическими производственными системами. Управление материальными потоками на основе имитационного моделирования. Планирование производства на основе предиктивной аналитики производственных данных.	10	10		24
<b>3. Технологии умного машиностроительного производства</b>					
	Основы технологий умного машиностроительного производства. Интеллектуальные ERP и MES системы. Системы управления промышленным оборудованием в машиностроении. Системы управления промышленным оборудованием. Машинное зрение в машиностроительных производствах. Мониторинг технологического оборудования. Системы мониторинга технологического оборудования. Применение интернета-вещей для мониторинга технологического оборудования. Системы идентификации. Кибербезопасность производственных систем. Основы кибербезопасности промышленных предприятий.	10	10		24
<b>4. Цифровые двойники производственных систем</b>					
	Разработка цифрового двойника производственных систем. Создание цифровых двойников производственных систем в среде виртуальной реальности.	7	7		14
	Всего	34	34		76

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

семестр № 2				
1.	Основы цифровой трансформация промышленных предприятий	Изучение уровневой структуры киберфизических систем	2	4
2.	Организация киберфизических производственных систем	Изучение структурного взаимодействия компонентов КФПС	2	4
3.		AGILE предприятие. Методология AGILE.	4	4
4.		Современные модели планирования и оперативного управления КФПС (модуль 2).	4	4
5.		Современные методы оперативно-календарного планирования производства (модуль 2).	2	4
6.		Изучение методик имитационного моделирования управления запасами в КФПС	4	6
7.	Технологии умного машиностроительного производства	Информационные потоки в системах ERP (модуль 3).	4	6
8.		Изучение компонентов стандартной структуры MES (модуль 3)	4	6
9.		Оценка цифровой зрелости (модуль 5)	4	6
10.		Этапы проведения оценки цифровой зрелости предприятия (модуль 5)	4	6
ИТОГО:			34	50
ВСЕГО:			34	50

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом

## 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

**1. Компетенция ПК-4.** Способен осуществлять разработку проектов изделий и технологий с использованием средств автоматизированного проектирования.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-4.4. Участвует в разработке и внедрении проектов цифровой трансформации машиностроительных предприятий	Зачет, тестовый контроль, 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	Основы цифровой трансформация промышленных предприятий (Модуль 1)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем заключается цель цифровой трансформации промышленного предприятия?</li> <li>2. В чем заключается концепция цифровой трансформации промышленного предприятия?</li> <li>3. Приведите структуру кибер-физической производственной системы</li> <li>4. В чем суть понятия «Промышленный Интернет-вещей»?</li> <li>5. Что понимают под облачной обработкой в контексте цифровой трансформации?</li> <li>6. Что понимается под межмашинным взаимодействием?</li> <li>7. Что понимается под Человеко-межмашинным взаимодействием?</li> <li>8. В чем суть децентрализованного управления?</li> <li>9. В чем заключается суть вертикальной интеграции как основы цифровой трансформации?</li> <li>10. В чем заключается суть горизонтальной интеграции как основы цифровой трансформации?</li> <li>11. Развитие цифрового предприятия. Особенности изменения форм в ходе развития.</li> <li>12. Перечислите этапы децентрализации предприятия в ходе цифровой трансформации.</li> <li>13. Сущность понятия «Бережливое производство»</li> <li>14. В чем суть сегментации производства как одного из этапов перехода к цифровому предприятию?</li> <li>15. В чем суть этапа «Интеграционное конструирование продукта и проектирование производства»?</li> <li>16. Приведите этапы цифровой зрелости предприятия.</li> <li>17. Что понимается под киберфизической системой?</li> <li>18. Три уровня киберфизической системы</li> <li>19. Структура умного производства</li> <li>20. «Умные сети» как одна из задач киберфизических систем</li> </ol>
2	Организация кибер-физических	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Структура цифрового предприятия.</li> <li>2. Перечислите основные этапы проектирования цифровых</li> </ol>

	<p>производственных систем (КФПС) (Модуль 2)</p>	<p>предприятий.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Принципы проектирования цифровых предприятий.</li> <li>4. Подходы проектированию цифровых предприятий. Требования к подходам.</li> <li>5. Концептуальная модель интеллектуального инжиниринга.</li> <li>6. Методика инжиниринга в контексте цифрового</li> <li>7. Общая модель комплексного проектирования КФПС. Планирование целей.</li> <li>8. Общая модель комплексного проектирования КФПС. Планирование производственного процесса.</li> <li>9. Общая модель комплексного проектирования КФПС. Планирование технологий.</li> <li>10. Гибкость процесса проектирования КФПС.</li> <li>11. Интегрированные формы предприятий</li> <li>12. Сетевые модели предприятий.</li> <li>13. Этапы перехода к виртуальным предприятиям.</li> <li>14. Интегрированные формы организации КФПС</li> <li>15. Элементы интегрированных КФПС</li> <li>16. В чем состоит основной принцип имитационного моделирования в контексте управления материальными потоками?</li> <li>17. Основные проблемы. Решаемые имитационными моделированием при управлении материальными потоками.</li> <li>18. Инструменты имитационного моделирования управления материальными потоками</li> </ol>
<p>3</p>	<p>Технологии умного машиностроительного производства (модуль 3)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Концепция технологии умного производства. Задачи.</li> <li>2. Умные измерения в технологических системах.</li> <li>3. Умные технологии сбора данных и управления производством</li> <li>4. Умное управление качеством.</li> <li>5. Прикладное ПО в структуре PLM.</li> <li>6. Имитационное моделирование в рамках умного машиностроительного производства.</li> <li>7. Структура технологии умного производства в соответствии с этапами жизненного цикла изделий.</li> <li>8. ERP системы в рамках технологии умного производства</li> <li>9. Объединение информации подразделений предприятия в системе ERP.</li> <li>10. Преимущества и недостатки ERP систем.</li> <li>11. Отличие ERP систем и i-ERP систем</li> <li>12. Особенности интеллектуальных систем i-ERP.</li> <li>13. Ожидаемые результаты внедрения i-ERP.</li> <li>14. Понятие MES систем в рамках умного производства.</li> <li>15. Охарактеризуйте элементы стандартной структуры MES</li> <li>16. Назначение модуля управления оборудованием в рамках MES</li> <li>17. Назначение модуля управления производством в рамках MES</li> <li>18. Назначение модуля управления материалами и материальными потоками в рамках MES</li> <li>19. Назначение модуля управление производственным персоналом в рамках MES</li> <li>20. Модуль управления качеством в рамках MES.</li> <li>21. Назначение модуля оперативного планирования в рамках MES</li> </ol>

		22. Ожидаемые результаты от внедрения MES.
4	Цифровые двойники производственных систем	1. 2.

### 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

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

Примерный перечень контрольных вопросов практических работ представлен в таблице.

№	Тема практического занятия	Контрольные вопросы
1.	Изучение уровневой структуры киберфизических систем	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Особенности уровневой структуры</li> <li>2. Три уровня киберфизической производственной системы</li> <li>3. Структура платформы киберфизической системы</li> <li>4. Структура умного производства</li> <li>5. «Умные сети» как одна из задач киберфизических систем</li> </ol>
2.	Изучение структурного взаимодействия компонентов КФПС	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для чего используется «облако данных» при взаимодействии компонентов КФПС?</li> <li>2. С помощью чего осуществляется взаимодействие между КФПС?</li> <li>3. В чем заключается роль «информационного облака» в части взаимодействия КФПС</li> <li>4. Какие цифровые технологии используются для управления производством</li> </ol>
3.	AGILE предприятие. Методология AGILE.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Формы гибких производственных систем</li> <li>2. Особенности организации гибкого предприятия в форме «производственный остров»</li> <li>3. Отличительные особенности организации производства методом непрерывного потока.</li> <li>4. Сущность фрактальной модели предприятия</li> <li>5. Перечислите принципы организации предприятий в соответствии с фрактальной моделью</li> <li>6. Перечислите клиент ориентированные характеристики гибкого предприятия.</li> </ol>
4.	Современные модели планирования и оперативного управления КФПС (модуль 2).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем сущность оперативно-календарного планирования в рамках КФПС</li> <li>2. Задачи оперативно-календарного планирования в рамках КФПС</li> <li>3. Критерии оперативно-календарного планирования производства</li> <li>4. Перечислите функции, выполняемые при календарном планировании и управлении им.</li> <li>5. Перечислите виды методов оперативно-календарного планирования производства в КФПС</li> </ol>

5.	Современные методы оперативно-календарного планирования производства (модуль 2).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Причислите типы методов оперативно-календарного планирования производства. От чего зависит выбор каждого типа.</li> <li>2. Метод Kanban. Особенности. Применение.</li> <li>3. Метод Conwip. Особенности. Применение.</li> <li>4. Метод (модель) Sinchro MRP. Особенности. Применение.</li> <li>5. Метод теории ограничений (модель OPT). Особенности. Применение.</li> <li>6. Метод Polca. Особенности. Применение.</li> </ol>
6.	Изучение методик имитационного моделирования управления запасами в КФПС	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем состоит основной принцип имитационного моделирования в контексте управления материальными потоками?</li> <li>2. Основные проблемы. Решаемые имитационными моделированием при управлении материальными потоками.</li> <li>3. Инструменты имитационного моделирования управления материальными потоками</li> </ol>
7.	Информационные потоки в системах ERP (модуль 3).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ERP системы в рамках технологии умного производства</li> <li>2. Объединение информации подразделений предприятия в системе ERP.</li> <li>3. Преимущества и недостатки ERP систем.</li> <li>4. Отличие ERP систем и i-ERP систем</li> <li>5. Особенности интеллектуальных систем i-ERP.</li> <li>6. Ожидаемые результаты внедрения i-ERP.</li> </ol>
8.	Изучение компонентов стандартной структуры MES (модуль 3)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение MES</li> <li>2. Компонент RAS в структуре MES</li> <li>3. Компонент ODS в структуре MES</li> <li>4. Компонент DPU в структуре MES</li> <li>5. Компонент DOC в структуре MES</li> <li>6. Компонент DCA в структуре MES</li> <li>7. Компонент LM в структуре MES</li> <li>8. Компонент QM в структуре MES</li> <li>9. Компонент MM в структуре MES</li> <li>10. Компонент PA в структуре MES</li> <li>11. Компонент PTG в структуре MES</li> <li>12. Компонент PM в структуре MES</li> </ol>
9.	Оценка цифровой зрелости (модуль 5)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Влияние цифровизации (индустрия 4.0) на гибкость предприятия.</li> </ol>
10.	Этапы проведения оценки цифровой зрелости предприятия (модуль 5)	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Перечислите функциональные области корпоративных процессов в модели цифровой зрелости</li> <li>3. Области корпоративной структуры в модели цифровой зрелости</li> <li>4. Что подразумевается под ресурсами в индексе цифровой зрелости?</li> <li>5. Перечислите характеристики, которыми должны обладать ресурсы предприятия на этапе зрелости «самокоррекция»</li> <li>6. Роль информационных данных в процессе принятия решений</li> <li>7. Системы автоматизированного анализа данных в соответствии с этапами ЖЦИ</li> <li>8. Характеристики информационных систем, которыми должна обладать компания на 6 этапе зрелости.</li> <li>9. Перечислите характеристики структурной области – «организационная структура» на этапе зрелости «самокоррекция»</li> <li>10. Перечислите характеристики структурной области – «корпоративная структура» на этапе зрелости</li> </ol>

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично<sup>2</sup>.

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

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	Выбирать виды и состав современных цифровых программных средств, и использовать функциональные возможности на цифровых производственных предприятиях
	Правильно ставить задачи при разработке проектов цифровой трансформации машиностроительных предприятий.
Навыки	Владение методиками оценки уровня цифровой зрелости промышленных предприятий
	Оценка возможности цифровой трансформации промышленного предприятия в заданных условиях

<sup>2</sup> В ходе текущей аттестации могут быть использованы балльно-рейтинговые шкалы.

### Оценка форсированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
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, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, 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 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 выбирать виды и состав современных цифровых программных средств, и использовать функциональные возможности на цифровых	Не знает содержание курса. Не умеет выбирать виды и состав современных цифровых программных средств, и использовать	Умеет выбирать виды и состав современных цифровых программных средств, и использовать функциональные возможности на цифровых	Умеет выбирать виды и состав современных цифровых программных средств, и использовать функциональные возможности на цифровых	Умеет правильно выбирать виды и состав современных цифровых программных средств, и использовать функциональные возможности на

производственных предприятиях	функциональные возможности на цифровых производственных предприятиях	производственных предприятиях, но часто делает ошибки	производственных предприятиях, но иногда допускает практические ошибки	цифровых производственных предприятиях
Правильно ставить задачи при разработке проектов цифровой трансформации машиностроитель ных предприятий	Не знает как ставить задачи при разработке проектов цифровой трансформации машиностроитель ных предприятий	Умеет ставить задачи при разработке проектов цифровой трансформации машиностроитель ных предприятий, но часто делает ошибки	Умеет ставить задачи при разработке проектов цифровой трансформации машиностроитель ных предприятий, но иногда допускает практические ошибки	Умеет правильно ставить задачи при разработке проектов цифровой трансформации машиностроитель ных предприятий

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение методиками оценки уровня цифровой зрелости промышленных предприятий	Не обладает методиками оценки уровня цифровой зрелости промышленных предприятий	Обладает методиками оценки уровня цифровой зрелости промышленных предприятий, но часто допускает ошибки	Обладает методиками оценки уровня цифровой зрелости промышленных предприятий, но иногда допускает ошибки	Полностью обладает методиками оценки уровня цифровой зрелости промышленных предприятий
Владение навыками оценки возможности цифровой трансформации промышленного предприятия в заданных условиях	Не владеет навыками оценки возможности цифровой трансформации промышленного предприятия в заданных условиях	Не достаточно уверенно применяет навыки оценки возможности цифровой трансформации промышленного предприятия в заданных условиях	Владеет навыками оценки возможности цифровой трансформации промышленного предприятия в заданных условиях, но иногда допускает ошибки	Уверенно владеет навыками оценки возможности цифровой трансформации промышленного предприятия в заданных условиях

## 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.
4	Специализированная лаборатория САПР для курсового и дипломного проектирования УК№4, №308	Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
4	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.
5	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	Подписка Microsoft Imagine Premiumid: 6f22ecb4-6882-420b-a39b-afba0ace820c. Срок действия до 01.05.2019.
2	Microsoft Office 2016	Соглашение №V6328633. Срок действия до 31.10.2020
4	Учебный комплект ВЕРТИКАЛЬ 2018	Лицензионное соглашение МЦ-19-00059 от 11.02.2019
5	NX (CAD/CAM/CAE) 7.5	Перечень лицензий SIEMENS для БГТУ им. Шухова (соглашение №1114/16 от 24.11.2016).
6	Учебный комплект КОМПАС-3D V18	Лицензионное соглашение МЦ-МЦ-18-00521 от 13.11.2018
7	Модуль ЧПУ. Токарная обработка. Фрезерная обработка. (приложение для КОМПАС-3D v18) Учебная лицензия	Лицензионное соглашение МЦ-19-00146 от 28.11.2019

### **6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов**

#### **Перечень основной литературы**

1. Савельев, М. Ю. Введение в цифровое производство : учебное пособие / М. Ю. Савельев. — Омск : Омский государственный технический университет, 2022. — 88 с. — ISBN 978-5-8149-3439-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/131194.html> (дата обращения: 18.07.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Архитектура предприятия и цифровая трансформация : учебное пособие / И. В. Ильин, А. А. Лепехин, А. Д. Борреманс [и др.]. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2022. — 74 с. — ISBN 978-5-7422-7661-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/128639.html> (дата обращения: 07.03.2023).
3. Инновационно-технологическая трансформация промышленности в регионах России как инструмент достижения стратегических целей на пути становления цифровой экономики : коллективная монография / М. А. Измайлова, О. А. Москаленко, А. А. Костин [и др.] ; под редакцией М. Я. Веселовского, М. А. Измайловой. — Москва : Научный консультант, 2019. — 364 с. — ISBN 978-5-907084-80-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/104991.html> (дата обращения: 18.07.2023).

#### **Перечень дополнительной литературы**

1. Драйверы цифрового развития промышленного производства в России : монография / О. С. Суртаева. - 2-е изд. - Москва : Дашков и К°, 2022. - 126 с. : схем., ил., табл. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=698540>. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-394-04980-4 : Б. ц. - Текст : электронный.
2. Быковская, Е. В. Возможности преодоления экономико-технологического отставания промышленных предприятий Российской Федерации в условиях цифровой трансформации : монография / Е. В. Быковская. — Тамбов : ТГТУ, 2020. — 189 с. — ISBN 978-5-8265-2315-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/320330> (дата обращения: 18.07.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Губич, Л.В. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделий машиностроения: проблемы и решения / Л.В. Губич, И.В. Емельянович, Н.И. Петкевич ; под ред. О.Н. Пручковской. - Минск : Белорусская наука, 2010. - 286 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12300>
- 4.

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов**

1. [https://www.plm.automation.siemens.com/ru\\_ru/about\\_us/russian\\_books.shtml](https://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/about_us/russian_books.shtml) – Книги по программным продуктам NX™, Teamcenter® и Solid Edge® на русском языке
2. <http://www.arctic-cooler.com/comptechnology86.htm> – сайт посвященный вопросам использования компьютерных технологий в подготовке машиностроительного производства;
3. <http://techlibrary.ru> – техническая библиотека ;
4. <http://window.edu.ru> – электронная библиотека научно-технической литературы;
5. <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib> – библиотека СПбГТУ;
6. <http://www.techlit.ru> – библиотека нормативно-технической литературы;
7. <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib> – библиотека СПбГТУ;

8. <http://www.ascon.ru> – официальный сайт группы компаний «АСКОН» - производителя интегрированной САПР КОМПАС;
9. <http://www.intermech.ru> – официальный сайт НПП «Интермех» - разработчика интегрированной САПР Интермех;
10. <http://www.cad.ru/ru/> – информационный портал «Все о САПР» - содержит новости рынка САПР, перечень компаний-производителей (в т. ч. ссылки на странички) - CAD, CAM, CAE, PDM, GIS, подробное описание программных продуктов;
11. <http://elibrary.rsl.ru> – электронная библиотека РГБ;
12. <http://support.ascon.ru/download/documentation/> документация на официальном сайте группы компаний «АСКОН»
13. [http://media.plm.automation.siemens.com/ru\\_ru/nx/book/NX-CAE-book.pdf](http://media.plm.automation.siemens.com/ru_ru/nx/book/NX-CAE-book.pdf) – NX Advanced Simulation. Инженерный анализ
14. [http://media.plm.automation.siemens.com/ru\\_ru/nx/book/Prakticheskoe\\_Ispolzovanie\\_NX\\_book.pdf](http://media.plm.automation.siemens.com/ru_ru/nx/book/Prakticheskoe_Ispolzovanie_NX_book.pdf) – . Практическое использование NX
15. [http://media.plm.automation.siemens.com/ru\\_ru/nx/book/NX-CAM-book.pdf](http://media.plm.automation.siemens.com/ru_ru/nx/book/NX-CAM-book.pdf) – Основы NX CAM