

**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 технологического  
оборудования и машиностроения  
  
С.С.Латышев  
«28» апреля 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины**

**Моделирование и оптимизация  
технологических процессов**

направление подготовки:

15.03.01 Машиностроение

Направленность образовательной программы:

Технологии, оборудование и автоматизация  
машиностроительных производств

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

Очная

**Институт:** Технологического оборудования и машиностроения

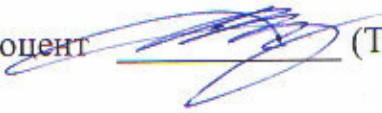
**Выпускающая кафедра:** Технологии машиностроения

Белгород – 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:

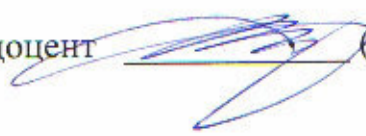
- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 15.03.01 «Машиностроение»; утвержденное приказом Министерства образования и науки РФ от 09 августа 2021 г. № 727

- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2022 году.

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

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«22» апреля 2022 г. прот. № 9

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«28» апреля 2022 г. прот. № 8

Председатель  (Горшков П.С.)

# 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   |
|----------------------------------|---|--|--|
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности | ОПК 1.1. Строит и анализирует математические модели техпроцессов для последующего их моделирования и оптимизации     | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общие понятия математического моделирования (объекты, задачи, этапы моделирования, структуру и свойства математических моделей), классификацию и основные типы математических моделей;</li> <li>- математическую постановку, сущность и методику решения задач принятия решений и оптимизации;</li> <li>- методы решения многокритериальных задач оптимизации.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <p>выполнять построение и анализ математических моделей технологических процессов</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>навыками моделирования и оптимизации технологических процессов.</p> |
|                                  | ОПК-14. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.  | ОПК 14.1. Разрабатывает алгоритмы и компьютерные программы для моделирования и оптимизации технологических процессов | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные инструменты и возможности программного пакета MathCAD.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <p>применять программный пакет MathCAD для разработки и алгоритмов и программ.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>навыками использования программного пакета MathCAD для моделирования и оптимизации технологических процессов.</p>   |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ОПК-1:** Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

| Стадия | Наименования дисциплин                                |
|--------|---|
| 1      | Математика  |
| 2      | Физика  |
| 3      | Химия   |
| 4      | Технология конструкционных материалов                 |
| 5      | Моделирование и оптимизация технологических процессов |

**2. Компетенция ОПК-14:** Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

| Стадия | Наименования дисциплин                                |
|--------|---|
| 1      | Информационные технологии                             |
| 2      | Моделирование и оптимизация технологических процессов |

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зач. единиц, 108 часа.

Форма промежуточной аттестации - зачет.

| Вид учебной работы  | Всего часов | Семестр № 6 |
|---|-------------|-------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час  | <b>108</b>  | <b>108</b>  |
| <b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>  | <b>53</b>   | <b>53</b>   |
| лекции  | 17          | 17          |
| лабораторные  | 34          | 34          |
| практические  | -           | -           |
| групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации                              | 2           | 2           |
| <b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>          | <b>55</b>   | <b>55</b>   |
| Курсовой проект   | -           | -           |
| Курсовая работа   | -           | -           |
| Расчетно-графическое задание  | -           | -           |
| Индивидуальное домашнее задание   | 9           | 9           |
| Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия) | 46          | 46          |
| Экзамен   | -           | -           |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 3 Семестр 6

| № п/п   | Наименование раздела<br>(краткое содержание)   | Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час |                      |                      |                        |
|---|--|---|----------------------|----------------------|------------------------|
|   |  | Лекции  | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| <b>1. Общие понятия математического моделирования, классификация и основные типы математических моделей</b> |  |   |                      |                      |                        |
|   | Понятия математического моделирования, математической модели. Объекты математического моделирования, используемые в машиностроении. Основные задачи, решаемы при математическом моделировании. Основные этапы математического моделирования. Пример математической модели упругих деформаций технологической системы.  | 2   |                      | 2                    | 3                      |
|   | Структура и свойства математических моделей. Понятия входных, выходных, внутренних и управляемых параметров. Пример математической модели тангенциальной составляющей силы резания. Основные свойства математических моделей: полнота, точность, адекватность, экономичность, работоспособность, продуктивность, наглядность. Пример математической модели формирования шероховатости поверхности Суслова А.Г. | 2   |                      | 3                    | 4                      |
|   | Классификация математических моделей: по принадлежности к иерархическому уровню, по характеру отображаемых свойств объекта, по способу представления свойств объекта, по способу получения модели, по особенностям поведения объекта. Примеры простейших математических моделей. Особенности и области применения основных типов.  | 3   |                      | 13                   | 14                     |
|   | Имитационное моделирование. Понятия процесса имитационного моделирования и имитационной модели. Области использования имитационных моделей. Пример имитационной модели теплового и напряженно-деформированного состояния коллектора электрической машины.  | 2   |                      |                      | 3                      |
|   | Основы теории массового обслуживания. Понятие потока событий. Уравнение Колмогорова для вероятностей состояний. Задачи теории массового обслуживания. Математические модели простейших систем массового обслуживания. Понятия абсолютной и относительной пропускной способности.   | 2   |                      | 4                    | 5                      |
| <b>2. Задачи принятия решений и оптимизации</b>   |  |   |                      |                      |                        |
|   | Математическая постановка задач оптимизации. Понятия целевой функции, локального и глобального экстремумов целевой функции. разрешимость задач оптимизации. Понятия структурной и параметрической оптимизации.   | 2   |                      | 8                    | 8                      |
|   | Понятие математического программирования, виды задач математического программирования: линейные и нелинейные. Графо-аналитический метод решения задач оптимизации. Постановка задачи, построение области допустимых решений (ОДР), нахождение в пределах ОДР оптимального решения. Пример оптимизации режимов резания.   | 2   |                      | 4                    | 5                      |

|   |  |    |  |    |    |
|---|--|----|--|----|----|
|   |  |    |  |    |    |
| <b>3. Методы решения многокритериальных задач оптимизации</b> |  |    |  |    |    |
|   | Понятие многокритериальной задачи оптимизации, основные методы решения многокритериальных задач. Метод поиска эффективных решений: сущность, основные этапы, достоинства и недостатки, пример применения метода. Метод с использованием обобщенного (интегрального) критерия. Виды обобщенных критериев: аддитивный, мультипликативный, минимаксный. Особенности использования критериев, преимущества и недостатки. Основные принципы выбора критериев оптимальности. | 2  |  |    | 4  |
|   | <b>ВСЕГО</b>   | 17 |  | 34 | 46 |

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

| № п/п              | Наименование раздела дисциплины   | Тема лабораторного занятия   | Кол-во часов | Кол-во часов СРС |
|--------------------|---|--|--------------|------------------|
| <b>семестр № 6</b> |   |  |              |                  |
| 1                  | Общие понятия математического моделирования, классификация и основные типы математических моделей | Интерфейс MathCAD, переменные, вычисления, массивы данных  | 2            | 2                |
|                    |   | Элементы программирования с среде MathCAD  | 3            | 3                |
|                    |   | Определение упругих отжатый заготовки при точении  | 3            | 3                |
|                    |   | Расчет режимов резания при обработке отверстий   | 4            | 4                |
|                    |   | Расчет погрешности размерного износа инструмента при точении   | 4            | 4                |
|                    |   | Определение статистических параметров экспериментальных данных   | 2            | 2                |
|                    |   | Математические модели простейших систем массового обслуживания   | 4            | 4                |
| 2                  | Задачи принятия решений и оптимизации   | Создание функций, построение графических зависимостей для моделей шероховатости обрабатываемой поверхности | 4            | 4                |
|                    |   | Расчет и оптимизация погрешности наладки инструмента на выдерживаемый размер                               | 4            | 4                |
|                    |   | Определение оптимальных режимов обработки при точении  | 4            | 4                |
| <b>ИТОГО:</b>      |   |  | <b>34</b>    | <b>34</b>        |

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 1.1. Реализация компетенций

**1. Компетенция ОПК-1:** Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.

| Наименование индикатора достижения компетенции   | Используемые средства оценивания  |
|--|-----------------------------------|
| ОПК 1.1. Строит и анализирует математические модели техпроцессов для последующего их моделирования и оптимизации | зачет, защита лабораторных работ. |

**2. Компетенция ОПК-14:** Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

3.

| Наименование индикатора достижения компетенции   | Используемые средства оценивания  |
|--|-----------------------------------|
| ОПК 14.1. Разрабатывает алгоритмы и компьютерные программы для моделирования и оптимизации технологических процессов | зачет, защита лабораторных работ. |

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена, защиты курсовой работы

| № п/п | Наименование раздела дисциплины   | Содержание вопросов (типовых заданий)   |
|-------|---|---|
| 1     | Общие понятия математического моделирования, классификация и основные типы математических моделей | 1. Сущность понятий математического моделирования и математической модели.<br>2. Объекты математического моделирования, используемые в машиностроении.<br>3. Основные задачи моделирования.<br>4. Основные этапы моделирования.<br>5. Структура математической модели.<br>6. Требования, предъявляемые к математическим моделям.<br>7. Классификация математических моделей.<br>8. Как различают математические модели по принадлежности к иерархическому уровню?<br>9. Как различают математические модели по характеру отображаемых свойств объекта?<br>10. Как различают математические модели по принадлежности к иерархическому уровню?<br>11. Как различают математические модели по способу представления свойств объекта? |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | <p>12. Как различают математические модели по особенностям поведения объекта?</p> <p>13. Приведите пример аналитической модели.</p> <p>14. Приведите пример эмпирической модели.</p> <p>15. Приведите пример имитационной модели.</p> <p>16. Приведите пример алгоритмической модели.</p>   |
| 2 | Задачи принятия решений и оптимизации               | <p>1. При наличии каких элементов формулируют задачу оптимизации?</p> <p>2. Понятие целевой функции.</p> <p>3. Разрешимость задач оптимизации</p> <p>4. Что является предметом параметрической оптимизации?</p> <p>5. Какие параметры процессов обработки принимают за оптимизируемые?</p> <p>6. В чем заключается задача математического программирования?</p> <p>7. В чем заключается графо-аналитический метод решения задач оптимизации?</p> <p>8. Чем отличается структурная оптимизация от параметрической?</p> |
| 3 | Методы решения многокритериальных задач оптимизации | <p>1. Что понимают под многокритериальной задачей оптимизации?</p> <p>2. В чем заключается метод поиска эффективных решений?</p> <p>3. В чем заключается метод с использованием обобщенного (интегрального) критерия?</p> <p>4. Перечислите виды обобщенных критериев.</p> <p>5. Сущность аддитивного критерия.</p> <p>6. Сущность мультипликативного критерия.</p>   |

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

По каждому разделу дисциплины разработаны тесты для текущего контроля, общее количество тестовых вопросов составляет 70, ниже для примера приведены 25 тестовых вопросов по первым разделам дисциплины.

| № | Вопросы   | Варианты ответов |                           |
|---|---|------------------|---------------------------|
|   |   |                  |                           |
| 1 | К какой группе объектов математического моделирования относится участок из универсальных станков? | 1                | Технологические системы.  |
|   |   | 2                | Технические объекты.      |
|   |   | 3                | Технологические процессы. |
|   |   | 4                | Физические процессы.      |
| 2 | К какой группе объектов математического моделирования относится автоматическая линия?             | 1                | Технологические системы.  |
|   |   | 2                | Технические объекты.      |
|   |   | 3                | Технологические процессы. |
|   |   | 4                | Физические процессы.      |
| 3 | К какой группе объектов математического моделирования относится гибкая производственная система?  | 1                | Технологические системы.  |
|   |   | 2                | Технические объекты.      |
|   |   | 3                | Технологические процессы. |
|   |   | 4                | Физические процессы.      |
| 4 | К какой группе объектов математического моделирования относится токарный станок?                  | 1                | Технологические системы.  |
|   |   | 2                | Технические объекты.      |
|   |   | 3                | Технологические процессы. |
|   |   | 4                | Физические процессы.      |
| 5 | К какой группе объектов математического моделирования относится трехкулачковый патрон?            | 1                | Технологические системы.  |
|   |   | 2                | Технические объекты.      |
|   |   | 3                | Технологические процессы. |
|   |   | 4                | Физические процессы.      |
| 6 | К какой группе объектов математического моделирования относится сверло?                           | 1                | Технологические системы.  |
|   |   | 2                | Технические объекты.      |
|   |   | 3                | Технологические процессы. |



|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
|    |  | 4 | Физические процессы.   |
| 7  | К какой группе объектов математического моделирования относится точение?                                 | 1 | Технологические системы.   |
|    |  | 2 | Технические объекты.   |
|    |  | 3 | Технологические процессы.  |
|    |  | 4 | Физические процессы.   |
| 8  | К какой группе объектов математического моделирования относится фрезерование?                            | 1 | Технологические системы.   |
|    |  | 2 | Технические объекты.   |
|    |  | 3 | Технологические процессы.  |
|    |  | 4 | Физические процессы.   |
| 9  | К какой группе объектов математического моделирования относится теплопередача в зоне резания?            | 1 | Технологические системы.   |
|    |  | 2 | Технические объекты.   |
|    |  | 3 | Технологические процессы.  |
|    |  | 4 | Физические процессы.   |
| 10 | К какой группе объектов математического моделирования относится упругие отжатия технологической системы? | 1 | Технологические системы.   |
|    |  | 2 | Технические объекты.   |
|    |  | 3 | Технологические процессы.  |
|    |  | 4 | Физические процессы.   |
| 11 | Какие действия выполняются на первом этапе математического моделирования?                                | 1 | Разработка алгоритма вычислительного эксперимента.               |
|    |  | 2 | Представление расчетной схемы в виде математических соотношений. |
|    |  | 3 | Формирование расчетной схемы объекта моделирования.              |
|    |  | 4 | Качественный и количественный анализ математической модели.      |
| 12 | Какие действия выполняются на втором этапе математического моделирования?                                | 1 | Разработка алгоритма вычислительного эксперимента.               |
|    |  | 2 | Представление расчетной схемы в виде математических соотношений. |
|    |  | 3 | Формирование расчетной схемы объекта моделирования.              |
|    |  | 4 | Качественный и количественный анализ математической модели.      |
| 13 | Какие действия выполняются на третьем этапе математического моделирования?                               | 1 | Разработка алгоритма вычислительного эксперимента.               |
|    |  | 2 | Представление расчетной схемы в виде математических соотношений. |
|    |  | 3 | Формирование расчетной схемы объекта моделирования.              |
|    |  | 4 | Качественный и количественный анализ математической модели.      |
| 14 | Какие действия выполняются на четвертом этапе математического моделирования?                             | 1 | Разработка алгоритма вычислительного эксперимента.               |
|    |  | 2 | Представление расчетной схемы в виде математических соотношений. |
|    |  | 3 | Формирование расчетной схемы объекта моделирования.              |
|    |  | 4 | Качественный и количественный анализ математической модели.      |
| 15 | Какие действия выполняются на пятом этапе математического моделирования?                                 | 1 | Разработка алгоритма вычислительного эксперимента.               |
|    |  | 2 | Тестирование и анализ результатов моделирования.                 |
|    |  | 3 | Создание программы средствами вычислительной техники.            |
|    |  | 4 | Качественный и количественный анализ математической модели.      |
| 16 | Какие действия выполняются на  | 1 | Разработка алгоритма вычислительного                             |

|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
|    | шестом этапе математического моделирования?             |   | эксперимента.  |
|    |   | 2 | Тестирование и анализ результатов моделирования.   |
|    |   | 3 | Создание программы средствами вычислительной техники.  |
|    |   | 4 | Качественный и количественный анализ математической модели.  |
| 17 | Входные параметры математической модели – это ...       | 1 | ... переменные, варьируемые в процессе моделирования.  |
|    |   | 2 | ... переменные, являющиеся результатом моделирования.  |
|    |   | 3 | ... переменные, являющиеся частью окружающей среды.  |
|    |   | 4 | ... переменные являющиеся частью объекта моделирования.  |
| 18 | Выходные параметры математической модели – это ...      | 1 | ... переменные, варьируемые в процессе моделирования.  |
|    |   | 2 | ... переменные, являющиеся результатом моделирования.  |
|    |   | 3 | ... переменные, являющиеся частью окружающей среды.  |
|    |   | 4 | ... переменные являющиеся частью объекта моделирования.  |
| 19 | Внутренние параметры математической модели – это ...    | 1 | ... переменные, варьируемые в процессе моделирования.  |
|    |   | 2 | ... переменные, являющиеся результатом моделирования.  |
|    |   | 3 | ... переменные, являющиеся частью окружающей среды.  |
|    |   | 4 | ... переменные являющиеся частью объекта моделирования.  |
| 20 | Управляемые параметры математической модели – это ...   | 1 | ... переменные, варьируемые в процессе моделирования.  |
|    |   | 2 | ... переменные, являющиеся результатом моделирования.  |
|    |   | 3 | ... переменные, являющиеся частью окружающей среды.  |
|    |   | 4 | ... переменные являющиеся частью объекта моделирования.  |
| 21 | Универсальность математической модели характеризует ... | 1 | ... затраты вычислительных ресурсов на реализацию.   |
|    |   | 2 | ... степень совпадения значений выходных параметров реального объекта и полученных в результате моделирования. |
|    |   | 3 | ... полноту отражения в ней свойств реального объекта.   |
|    |   | 4 | ... способность описывать выходные параметры с заданной погрешностью.  |
| 22 | Точность математической модели характеризует ...        | 1 | ... затраты вычислительных ресурсов на реализацию.   |
|    |   | 2 | ... степень совпадения значений выходных параметров реального объекта и полученных в результате моделирования. |
|    |   | 3 | ... полноту отражения в ней свойств реального объекта.   |
|    |   | 4 | ... способность описывать выходные параметры с заданной погрешностью.  |
| 23 | Адекватность математической модели                      | 1 | ... затраты вычислительных ресурсов на   |

|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
|    | характеризует ...   |   | реализацию.  |
|    |   | 2 | ... степень совпадения значений выходных параметров реального объекта и полученных в результате моделирования. |
|    |   | 3 | ... полноту отражения в ней свойств реального объекта.   |
|    |   | 4 | ... способность описывать выходные параметры с заданной погрешностью.  |
| 24 | Экономичность математической модели характеризует ...     | 1 | ... затраты вычислительных ресурсов на реализацию.   |
|    |   | 2 | ... степень совпадения значений выходных параметров реального объекта и полученных в результате моделирования. |
|    |   | 3 | ... полноту отражения в ней свойств реального объекта.   |
|    |   | 4 | ... способность описывать выходные параметры с заданной погрешностью.  |
| 25 | Работоспособность математической модели характеризует ... | 1 | ... возможность располагать достоверными исходными данными.  |
|    |   | 2 | ... устойчивость по отношению к погрешностям исходных данных.  |
|    |   | 3 | ... полноту отражения в ней свойств реального объекта.   |
|    |   | 4 | ... представление составляющих модели в ясном содержательном смысле.   |

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

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               |

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 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, | Не знает основные закономерности и соотношения, | Знает основные закономерности, соотношения,                       | Знает основные закономерности, соотношения, | Знает основные закономерности, соотношения, прин-                             |

|   |  |  |   |   |
|---|--|--|---|---|
| принципов                                 | принципы построения знаний   | принципы построения знаний                                       | принципы построения знаний, их интерпретирует и использует    | 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                               |

## 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 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. |
| 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 | Mathcad 14.0                                     | 2480616 от 11.03.2008   |

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

1. Дуюн Т. А. Основы математического моделирования в машиностроении : учеб. пособие / Т.А.Дуюн, А.В.Гринек. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015 – 132 с.
2. Дуюн Т. А. Задачи принятия решений и оптимизации в машиностроении [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т. А. Дуюн, Д. С. Баранов. – Электрон. текстовые дан. – Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2018. – 100 с. – Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2018071212320137700000659560>.
3. Маликов, Р.Ф. Основы математического моделирования [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.Ф. Маликов. – Электрон. дан. – Москва: Горячая линия-Телеком, 2010. – 368 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5169>.
4. Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. – Электрон. дан. –Москва: ФЛИНТА, 2011. — 271 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/44652>.

#### **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](http://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.