

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 заочного
образования

С.Е.Спесивцева

« 20 »

2021 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологического
оборудования и машиностроения

С.С.Латышев

« 20 »

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Основы математического моделирования

направление подготовки:

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Направленность образовательной программы:

Технология машиностроения

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

Заочная

Институт: Технологического оборудования и машиностроения

Выпускающая кафедра: Технологии машиностроения

Белгород – 2021


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «17» августа 2020 г. № 1044
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): д.т.н., проф.  (Т.А.Дююн)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » мая 2021 г., протокол № 11/1

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (Т.А.Дююн)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » МАЯ 2021 г., протокол № 6/1

Председатель: доцент  (В.Б.Герасименко)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-6. Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.	ОПК6.1. Использует программный пакет MathCAD при решении задач профессиональной деятельности	<p>Знать: - основные инструменты и возможности программного пакета MathCAD.</p> <p>Уметь: применять программный пакет MathCAD при решении задач технологического проектирования.</p> <p>Владеть: навыками использования программного пакета MathCAD для решения и анализа технологических задач.</p>
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-8. Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа.	ОПК8.1. Применяет программный пакет MathCAD при выборе вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	<p>Знать: - общие понятия математического моделирования (объекты, задачи, этапы моделирования, структуру и свойства математических моделей), классификацию и основные типы математических моделей; - математическую постановку, сущность и методику решения задач принятия решений и оптимизации; - методы решения многокритериальных задач оптимизации.</p> <p>Уметь: выполнять анализ проблем, связанных с машиностроительными производствами</p> <p>Владеть: навыками применения методов математического моделирования и оптимизации при выборе оптимальных вариантов решения задач и прогнозирования последствий.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименования дисциплин
1	Информационные технологии
2	Базы данных
3	Компьютерная графика
4	Компьютерное объемное моделирование
5	Автоматизированная конструкторско-технологическая подготовка
6	Основы математического моделирования

2. Компетенция ОПК-8: Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименования дисциплин
1	Математика
2	Физика
3	Химия
4	Теоретическая механика
5	Теория механизмов и машин
6	Электротехника и электроника
7	Сопrotивление материалов
8	Основы математического моделирования
9	Автоматизация технологических процессов и производств

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Форма промежуточной аттестации - зачет.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 8	Семестр № 9
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	2	106
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	8	2	6
лекции	2	2	-
лабораторные	6	-	6
практические	-	-	-
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	-	-	-
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	100	-	100
Курсовой проект	-	-	-

Курсовая работа	-	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-	-
Индивидуальное домашнее задание	9	-	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	6	-	6
Экзамен	-	-	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Общие понятия математического моделирования, классификация и основные типы математических моделей					
	Понятия математического моделирования, математической модели. Объекты математического моделирования, используемые в машиностроении. Основные задачи, решаемы при математическом моделировании. Основные этапы математического моделирования. 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.	2			
	ВСЕГО	2			

Курс 5 Семестр 9

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Общие понятия математического моделирования, классификация и основные типы математических моделей					
	Понятия математического моделирования, математической модели. Объекты математического моделирования, используемые в машиностроении. Основные задачи, решаемы при математическом моделировании. Основные этапы			4	15

	математического моделирования. Пример математической модели упругих деформаций технологической системы.				
	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	15
	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.				15
	Имитационное моделирование. Понятия процесса имитационного моделирования и имитационной модели. Области использования имитационных моделей. Пример имитационной модели теплового и напряженно-деформированного состояния коллектора электрической машины.				15
2. Задачи принятия решений и оптимизации					
	Математическая постановка задач оптимизации. Понятия целевой функции, локального и глобального экстремумов целевой функции. разрешимость задач оптимизации. Понятия структурной и параметрической оптимизации.				10
	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.				10
3. Методы решения многокритериальных задач оптимизации					
	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.				20
	ВСЕГО				100

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	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1	Общие понятия математического моделирования, классификация и основные типы	Интерфейс MathCAD, переменные, вычисления, массивы данных	2	2
		Элементы программирования с среде MathCAD	2	2

	математических моделей	Определение упругих отжатый заготовки при точении	2	2
ИТОГО:			6	6

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК6.1. Использует программный пакет MathCAD при решении задач профессиональной деятельности	зачет, защита лабораторных работ, ИДЗ.

2. Компетенция ОПК-8: Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК8.1. Применяет программный пакет MathCAD при выборе вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	зачет, защита лабораторных работ, ИДЗ.

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	1. Сущность понятий математического моделирования и математической модели. 2. Объекты математического моделирования, используемые в машиностроении.

	основные типы математических моделей	3. Основные задачи моделирования. 4. Основные этапы моделирования. 5. Структура математической модели. 6. Требования, предъявляемые к математическим моделям. 7. Классификация математических моделей. 8. Как различают математические модели по принадлежности к иерархическому уровню? 9. Как различают математические модели по характеру отображаемых свойств объекта? 10. Как различают математические модели по принадлежности к иерархическому уровню? 11. Как различают математические модели по способу представления свойств объекта? 12. Как различают математические модели по особенностям поведения объекта? 13. Приведите пример аналитической модели. 14. Приведите пример эмпирической модели. 15. Приведите пример имитационной модели. 16. Приведите пример алгоритмической модели.
2	Задачи принятия решений и оптимизации	1. При наличии каких элементов формулируют задачу оптимизации? 2. Понятие целевой функции. 3. Разрешимость задач оптимизации 4. Что является предметом параметрической оптимизации? 5. Какие параметры процессов обработки принимают за оптимизируемые? 6. В чем заключается задача математического программирования? 7. В чем заключается графо-аналитический метод решения задач оптимизации? 8. Чем отличается структурная оптимизация от параметрической?
3	Методы решения многокритериальных задач оптимизации	1. Что понимают под многокритериальной задачи оптимизации? 2. В чем заключается метод поиска эффективных решений? 3. В чем заключается метод с использованием обобщенного (интегрального) критерия? 4. Перечислите виды обобщенных критериев. 5. Сущность аддитивного критерия. 6. Сущность мультипликативного критерия.

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	1	Технологические системы.
		2	Технические объекты.
		3	Технологические процессы.

	система?	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 трехручачковый 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 отжятия 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 шестом 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.
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 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.
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, 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

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 – 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.