

6ТМ59-1

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра «Технология машиностроения»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
 И.В. Макурин
« 24 » 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

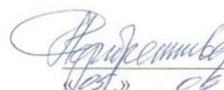
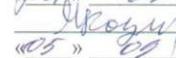
**дисциплины «Математическое моделирование процессов
в машиностроении»**

основной профессиональной образовательной программы
подготовки бакалавров
по направлению 15.03.01 «Машиностроение»
профиль «Технология машиностроения»

Форма обучения Заочная
Технология обучения Традиционная

Комсомольск-на-Амуре 2018

Автор рабочей программы
Доцент, канд. техн. наук
Аспирант кафедры «МНТП»


А.Г. Серебренникова
«05» 06 2011 г.

М.А. Козлова
«05» 09 2011 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки


И.А. Романовская
«01» 09 2011 г.

Заведующий кафедрой «Технология машино-
строения»


А.И. Пронин
«05» 09 2011 г.

/Декан ФЗДО


М.В. Семибратова
«06» 09 2011 г.

Начальник учебно-методического управления


Е.Е. Поздеева
«09» 09 2011 г.

Введение

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование процессов в машиностроении» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 03.09.2015 № 957, и основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Технология машиностроения».

1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	Математическое моделирование процессов в машиностроении							
Цель дисциплины	Получение навыков разработки и использования математических моделей для описания, исследования и оптимизации технологических процессов в машиностроении							
Задачи дисциплины	- изучить общие понятия математического моделирования (структуры, классификации и областей применения математических моделей) - усвоить теоретические основы математического моделирования и оптимизации процессов в машиностроении, - сформировать системное представление о вопросах математического моделирования и оптимизации физических процессов в технологических системах							
Основные разделы дисциплины	Задачи и объекты математического моделирования в машиностроении. Способы построения математических моделей. Графы. Использование графов для моделирования технических систем. Моделирование с использованием теории вероятности. Моделирование процессов принятия решений.							
Общая трудоемкость дисциплины	з.е. 3 / 108 академических часов							
		Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Про- меж- уточ- ная атте- ста- ция, ч	Все- го за се- мestr , ч
	Семестр	Лек- ции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирова- ние			
7 семестр	4		6		94	4	108	
ИТОГО:		4		6		94	4	108

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

(модулю), соотношенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Математическое моделирование процессов в машиностроении» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
ОПК-1 Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	З1(ОПК-1-6) структура математической модели, область ее применения; З2(ОПК-1-6) способы построения математических моделей;	У1(ОПК-1-6) разрабатывать математические модели по имеющимся экспериментальным данным У2(ОПК-1-6) использовать стандартные математические пакеты для исследования математических моделей	Н1(ОПК-1-6) разработка математических моделей процессов обработки; Н2(ОПК-1-6) применение математических пакетов к исследованию математических моделей

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина(модуль) «Математическое моделирование процессов в машиностроении» изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Дисциплина входит в состав блока Б1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части обязательных дисциплин.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные на этапе освоения компетенции ОПК - 1 «Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования», в процессе изучения дисциплин:

- иностранный язык;
- математика;
- теория механизмов и машин.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	10
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	4
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	6
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	94
Промежуточная аттестация обучающихся	4

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
Раздел 1 Математическое моделирование технологических процессов					
Тема 1. Введение. Задачи и объекты мате-	Лекция	0,5	С использованием	ОПК-1	31(ОПК-1-6)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
математического моделирования в машиностроительном производстве			активных методов обучения		
Тема 2. Способы построения математических моделей. Моделирование дискретных объектов и процессов. Использование множеств для моделирования технических систем	Лекция	0,5	С использованием активных методов обучения	ОПК-1	31(ОПК-1-6) 32(ОПК-1-6) У1(ОПК-1-6) Н1(ОПК-1-6)
Тема 3. Графы. Использование графов для моделирования технических систем. Задачи определения кратчайшего пути на графе	Лекция	0,5	С использованием активных методов обучения	ОПК-1	32(ОПК-1-6) У1(ОПК-1-6) У2(ОПК-1-6) Н1(ОПК-1-6)
Тема 4. Моделирование с использованием элементов теории вероятностей. Планирование эксперимента для получения математической модели. Проверка достоверности и адекватности математических систем	Лекция	0,5	С использованием активных методов обучения	ОПК-1	У1(ОПК-1-6) У2(ОПК-1-6) Н2(ОПК-1-6)
Тема 5. Моделирование процессов принятия решений. Организация принятия решений, постановка задачи выбора оптимального решения при наличии нескольких критериев оценки, постановка задачи оптимизации при технологическом проектировании	Лекция	2	С использованием активных методов обучения	ОПК-1	У1(ОПК-1-6) У2(ОПК-1-6) Н1(ОПК-1-6) Н2(ОПК-1-6)
Задание 1. Эмпирические модели	Лабораторная работа	2	Активная	ОПК-1	У1(ОПК-1-6) У2(ОПК-1-6) Н1(ОПК-1-6)
Задание 2. Методы оптимизации	Лабораторная работа	2	Активная	ОПК-1	У1(ОПК-1-6) У2(ОПК-1-6) Н2(ОПК-1-6)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
Задание 3. Методы оптимизации режимов резания	Лабораторная работа	2	Активная	ОПК-1	У1(ОПК-1-6) У2(ОПК-1-6) Н2(ОПК-1-6)
	Самостоятельная работа обучающихся	16	Чтение новой и дополнительно литературы по темам раздела	ОПК-1	31(ОПК-1-6) 32(ОПК-1-6)
	Самостоятельная работа обучающихся	48	Подготовка к лабораторным работам	ОПК-1	31(ОПК-1-6) 32(ОПК-1-6)
	Самостоятельная работа обучающихся	30	Выполнение лабораторных работ и РГР	ОПК-1	У1(ОПК-1-6) У2(ОПК-1-6) Н1(ОПК-1-6) Н2(ОПК-1-6)
	Текущий контроль		Защита лабораторных работ, собеседование	ОПК-1	У1(ОПК-1-6) У2(ОПК-1-6) Н1(ОПК-1-6) Н2(ОПК-1-6)
ИТОГО по разделу 1	Лекции	4	-	-	-
	Лабораторные работы	6	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	94	-	-	-
Промежуточная аттестация по дисциплине		4	Зачет	ОПК-1	31(ОПК-1-6) 32(ОПК-1-6) У1(ОПК-1-6) У2(ОПК-1-6) Н1(ОПК-1-6) Н2(ОПК-1-6)
ИТОГО по дисциплине	Лекции	4	-	-	-
	Лабораторные работы	6	-	-	-

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
	Самостоятельная работа обучающихся	94	-	-	-
ИТОГО: общая трудоемкость дисциплины 108 часов, в том числе с использованием активных методов обучения 10 часов					

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Математическое моделирование процессов в машиностроении», состоит из следующих компонентов: изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка к лабораторным работами выполнение РГР.

Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

Математическое моделирование процессов в машиностроении: учеб. пособие / А.С.Осипкина. – 2-е изд, перераб и доп. – Комсомольск-на-Амуре: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2009. – 120 с.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.

Общие рекомендации по организации самостоятельной работы:

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 1 – 4 часа ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе – это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (черчение, построение графиков и т.п.).

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут – работа, 5-10 минут – перерыв; после 3 часов работы перерыв – 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспо-

способности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность.

**7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля
и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Тема 1. Введение	ОПК-1	Собеседование, лабораторная работа	знает задачи и объекты математического моделирования в машиностроительном производстве знает классификацию методов математического моделирования
Тема 2. Способы построения математических моделей.	ОПК-1	Собеседование, лабораторная работа	знает способы построения математических моделей, знает принципы моделирование дискретных объектов и процессов, Знает методы использование множеств для моделирования технических систем
Тема 3. Графы.	ОПК-1	Собеседование, лабораторная работа	Знает принципы использования графов для моделирования технических систем, знает основы определения кратчайшего пути на графе
Тема 4. Моделирование с использованием элементов теории вероятностей.	ОПК-1	Собеседование, лабораторная работа	знает основы планирования эксперимента для получения математической модели. знает методы проверки достоверности и адекватности математических систем
Тема 5. Моделирование процессов принятия решений.	ОПК-1	Собеседование, лабораторная работа, РГР	знает организацию принятия решений, знает принципы постановки задачи выбора оптимального решения при наличии нескольких критериев оценки

Промежуточная аттестация проводится в форме *зачета*

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы

формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме зачета</i>				
	Лабораторная работа (3 работы)	В течении семестра	10 баллов за каждую работу	10 баллов – студент правильно и полностью выполнил лабораторную. Показал отличные знания и умения в рамках освоенного учебного материала. 7 баллов – студент выполнил лабораторную работу с неточностями и/или не полностью. Показал хорошие знания и умения в рамках освоенного учебного материала. 4 баллов – студент выполнил лабораторную работу не в срок. Показал хорошие знания и умения в рамках освоение учебного материала 0 баллов – задание не выполнено
	Контрольная работа	В конце семестра	20 баллов	20 баллов – студент правильно и полностью выполнил контрольную работу. Показал отличные знания, умения и навыки в рамках освоенного учебного материала. 10 баллов – студент выполнил контрольную работу с неточностями и/или не полностью. Показал хорошие знания, умения и навыки в рамках освоенного учебного материала. 5 баллов – студент выполнил контрольную работ не в срок. Показал удовлетворительные знания, умения и навыки в рамках освоенного учебного материала. 0 баллов – задание не выполнено.
	Собеседование (5 тем)	В течении семестра	10 баллов за каждую тему	50 баллов – студент правильно ответил на поставленные теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. 25 баллов – студент ответил на поставленные теоретические вопросы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. 15 балла – студент ответил на теоретические вопросы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов – при ответе на большинство теоретических вопросов студент про-

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				демонстрировал недостаточный уровень знаний.
	ИТОГО:	-	100 баллов	-
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: Пороговый (минимальный) уровень для аттестации в форме зачета – 75 % от максимально возможной суммы баллов				

Задания для текущего контроля

Пример задания на лабораторную работу №1 «Эмпирические модели»

1. Представить функцию $y = f(x)$, заданную в виде непрерывной функции на отрезке $[a, b]$, в виде таблицы. Аргумент функции изменяется с шагом $h = (b - a)/10$. Построить график непрерывной, а также табличной функции.

$$\cos\left(x + (\cos(x))^3\right)$$

2. Для заданной табличной функции составить формулу интерполяционного многочлена Лагранжа, используя операторы суммирования и перемножения по дискретному аргументу, а также функцию `if`.

Построить график интерполяционного многочлена и отметить на нем узловые точки (x_i, y_i) .

3. Провести линейную интерполяцию заданной функции с помощью встроенной интерполяционной функции `linterp`.

Построить график функции `linterp` и отметить на нем узловые точки (x_i, y_i) . Определить относительную погрешность интерполяции.

4. Провести сплайн-интерполяцию с помощью функций `lspline`, `pspline`, `cspline` и `interp`.

Построить график функции `interp` и отметить на нем узловые точки (x_i, y_i) . Определить относительную погрешность интерполяции.

5. Вычислить значения заданной функции $y_i = f(x_i)$ в точках $x_i = a + i/10$, где $i = 0, 1, \dots, 10(b - a)$, на отрезке $[a, b]$.

С использованием функции `predict` выполнить предсказание (экстраполяцию) полученного вектора данных y_i в последующих 10 точках по последним 7 значениям функции. Определить относительную погрешность экстраполяции.

Отобразить графически имеющиеся данные, предсказанные данные и истинный вид функции $f(x)$.

Пример задания на лабораторную работу №2

«Методы оптимизации»

1. Найти минимум функции $f(x, y)$ используя функцию `minerr` и `mini-`

mize. Выполнить оптимизацию функции любым из методов численной оптимизации.

$$f_1(\bar{x}) = 50(x_2 - x_1^2)^2 + 2(1 - x_1)^2$$

2. Найти минимум или максимум функции с ограничениями

$$f(\bar{x}) = 100(x_2 - x_1^2)^2 + (1 - x_1)^2, \quad x_1 - x_2 \leq 1.$$

Пример задания на лабораторную работу №3

«Методы оптимизации режимов резания»

1. По номеру варианта задания выписать исходные данные.
2. Записать функцию цели.
3. Составить математическую модель.
4. Найти оптимальные значения подачи S и числа оборотов шпинделя n , используя функцию *Maximize* или *Minimize* в зависимости от вида целевой функции.

№ вар.	Исходные данные																
	Целевая функция	δ	Обраб. материал	Материал инструмента	σ_B	HB	t	D	T	A	b	h	f_p	l_p	l_θ	Δ_d	L
1	производительность	2	Ст.20	P18	412	–	1	75	65	12	20	25	0,5	50	50	0,1	100
2	себестоимость	1	СЧ20	P6M5	–	180	0,5	65	60	35	15	20	0,4	45	60	0,2	120
3	производительность	1,2	35X	P9	912	–	0,8	60	70	20	25	30	0,3	40	40	0,15	80
4	себестоимость	1,1	50Г	T15K6	647	–	1,1	45	90	28	30	35	0,8	55	60	0,04	120

Возможные вопросы для собеседования

1. В каких случаях необходимо использовать итерационные методы?
2. Каким условиям должна соответствовать функция $f(x)$ и что они гарантируют?
3. Что значит решить уравнение итерационным методом?
4. Из каких этапов состоит задача нахождения нуля функции $f(x)$ итерационным методом?
5. Назовите способы отделения корней?
6. В чем состоит итерационный процесс?
7. В чем сущность метода половинного деления?
8. В чем сущность метода хорд?
9. Какой из концов отрезка $[a, b]$ в методе хорд считается неподвижным?
10. Условие окончания итерационного процесса в методе хорд?
11. В чем сущность метода Ньютона?
12. Как выбрать начальное приближение для метода Ньютона?
13. Как в MathCAD организовать итерационный процесс?
14. Что влияет на скорость сходимости итерационного процесса?
15. В чем сущность метода итерации, как еще называют этот метод?
16. Какие виды итерационных процессов вам известны?
17. Сформулируйте достаточные условия сходимости метода итерации?

18. Назовите точные методы решения систем линейных уравнений?
19. Какие функции MathCAD используются для их реализации?
20. Сформулируйте достаточные условия сходимости метода итерации для систем линейных уравнений.
21. Какие виды норм матриц вам известны и как их вычислять?
22. Назовите особенности метода Зейделя.
23. В чем сущность метода итераций для решения систем нелинейных уравнений?
24. Когда можно прекратить вычисления по методу итераций?
25. Какие функции для решения одного уравнения в MathCAD вы знаете?
26. В каких случаях MathCAD не может найти корень уравнения?
27. Как изменить точность, с которой функция *root* ищет корень?
28. Назовите функции для решения систем уравнений в MathCAD и особенности их применения.
29. Дайте сравнительную характеристику функциям *Find* и *Minerr*.
30. Как символично решить уравнение или систему уравнений в MathCAD?
31. Назовите особенности использования символического решения уравнений.

Пример заданий для РГР

1. Вычислить значение выражения, значения a и x согласно варианта.

$$y = \frac{\sin\left(\frac{\pi}{6} - 1\right)^2 + \sqrt[4]{(3 + x^2)} - \lg^3(x^3 - 1)}{\arcsin\frac{x}{2} - 1.756 \cdot 10^{-2}}, \quad \text{при } x = 1.6453$$

2. Построить две кривые на одной плоскости. Отформатировать оба графика (изменить цвет, толщину, отобразить сетку и т.п.)

$$f(x) = 1 - \cos(x - 2)^2,$$

$$g(x) = \frac{1}{\sqrt{x + 2}}$$

3. Построить график функции $f(x)$ и определить один из корней уравнения точностью $\varepsilon = 10^{-4}$. Определить число итераций

$$\cos\left(\frac{2}{x}\right) - 2\sin\left(\frac{1}{x}\right) + \frac{1}{x}$$

4. Решить систему линейных уравнений:
используя функции *Find*;
используя функцию *lsolve*;
методом Гаусса;

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 4x_4 = 26 \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 + x_4 = 34 \\ 3x_1 + 4x_2 + x_3 + 2x_4 = 26 \\ 4x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 26 \end{cases}$$

5. Преобразовать нелинейные уравнения системы из таблицы 4 к виду $f_1(x) = y$ и $f_2(y) = x$. Построить их графики и определить начальное приближение решения. Решить систему нелинейных уравнений с помощью функции *Minerr*.

$$\begin{cases} \sin(x + 2) - y = 1,5, \\ \cos(y - 2) + x = 0,5. \end{cases}$$

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1 Белов, П. С. Математическое моделирование технологических процессов : учебное пособие (конспект лекций) / П. С. Белов. — Егорьевск : Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», 2016. — 121 с. — ISBN 978-5-904330-02-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/43395.html> (дата обращения: 10.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2 Кангин, В.В. Математическое моделирование процессов в машиностроении: Лабораторный практикум / В. В. Кангин, В. Н. Меретюк. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2017. - 268с.

3 Петраков, Ю.В. Моделирование процессов резания : учебное пособие для вузов / Ю. В. Петраков, О. И. Драчев. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2014; 2011. - 239с.+электрон.опт.диск.

8.2 Дополнительная литература

1 Осипкина, А.С. Математическое моделирование процессов в машиностроении : учебное пособие для вузов / А. С. Осипкина. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2009. - 140с.

2 Петраков, Ю.В. Автоматическое управление процессами резания : учебное пособие для вузов / Ю. В. Петраков, О. И. Драчев. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2014; 2011. - 407с.+электрон.опт.диск.

3 Швецов, И. В. Математическое моделирование физико-химических процессов в зоне резания при механической обработке / И. В. Швецов ; М-во образования Российской Федерации, Новгородский гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород : Новгородский гос. ун-т, 2004. - 65 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/344211> (дата обра-

щения: 10.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1 Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер [и др.]. — Москва : Логос, 2016. — 440 с. — ISBN 978-5-98704-637-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/66414.html> (дата обращения: 10.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

2 Безруков, А. И. Математическое и имитационное моделирование : учеб. пособие / А.И. Безруков, О.Н. Алексенцева. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 227 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://new.znaniium.com>]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/textbook_59006f8ec13df8.73891496. - ISBN 978-5-16-012709-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znaniium.com/catalog/product/1005911> (дата обращения: 10.11.2020). — Режим доступа: по подписке.

3 Маликов, Р. Ф. Основы математического моделирования: Учебное пособие для вузов / Р.Ф. Маликов. - Москва : Гор. линия-Телеком, 2010. - 368 с.: ил.; . - (Учебное пособие для высших учебных заведений). ISBN 978-5-9912-0123-0, 1000 экз. - Текст : электронный. - URL: <https://znaniium.com/catalog/product/231659> (дата обращения: 10.11.2020). — Режим доступа: по подписке.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Обучение дисциплине «Математическое моделирование процессов в машиностроении» предполагает изучение курса на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций, практических работ. Самостоятельная работа включает:

- чтение основной и дополнительной литературы по темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным занятиям;
- выполнение, оформление и подготовка к защите практических работ, РГР.

Таблица 7 – Методические указания к отдельным видам деятельности

Вид учебного занятия	Организация деятельности студента
Лекция	Составление интеллект-карт. Написание конспекта лек-

	ций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения. Выделять ключевые слова, формулы, отмечать на полях уточняющие вопросы по теме занятия.
Практическая работа, контрольная работа	Работа с интеллект-картой (конспектом лекций), изучение разделов основной литературы по теме занятия, работа с текстом, освоение электронных материалов по дисциплине, отработка решения задач по приведенному алгоритму
Самостоятельная работа	Для более глубокого изучения разделов дисциплины предусмотрены отдельные виды самостоятельной работы: изучение теоретических и практических разделов дисциплины; выполнение заданий лабораторных работ; подготовка к защите лабораторных и практических работ; выполнение РГР. Более подробно структура и содержание самостоятельной работы описаны в разделе 6.

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. Самостоятельная работа студента направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений.

Текущий контроль учебной деятельности студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях. Студент обязан в срок выполнять выданные ему практические работы и контрольную работу. Защита выполненных работ проводится на практическом занятии. По результатам сдачи каждой работы присваиваются баллы. Максимальное число баллов за одну практическую и/или лабораторную работу – 5, РГР – 25. Опрос производится по каждой теме лекционного занятия. Максимальное число баллов по одной теме – 5.

Критерии оценки результатов обучения по дисциплине представлены в технологической карте (таблица 6).

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодей-

ствие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий.

В процессе подготовки отчетов к практическим и контрольным работам активно используется текстовый процессор.

При изучении дисциплины для выполнения практических работ, контрольной работы рекомендуется использовать следующее свободно распространяемое лицензионное программное обеспечение и интернет-ресурсы:

1 Microsoft® Windows Professional 7 Russian. Подтверждающий документ: Лицензионный сертификат 46243844, MSDN Product Key.

2 Microsoft® Office Professional Plus 2010 Russian. Подтверждающий документ: Лицензионный сертификат 47019898, MSDN Product Key.

3 Mathcad (Сервисный контракт # 2A1820328, лицензионный ключ, договор № 106-АЭ120 от 27.11.2012).

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для реализации программы дисциплины «Математическое моделирование процессов в машиностроении» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 8.

Таблица 8 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
Аудитория лекционного типа	Лекционная аудитория	Персональный компьютер Intel Core i3-4330 3,5 ГГц, ОЗУ 4 ГБ	Проведение практических работ

