

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Политехнический институт

Кафедра «Технология машиностроения»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИТ

 А.Н. Чадин

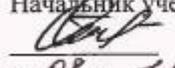
« 08 » 11 2017 г.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Учебный модуль по направлению подготовки
15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»
Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

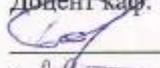
Начальник учебного отдела

 О.Б. Широколобова

« 08 » 11 2017 г.

Разработал

Доцент каф. ТМ, к.т.н.

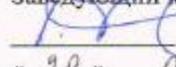
 К.А. Бордашев

« 29 » 06 2017 г.

Принято на заседании кафедры ТМ

Протокол № 9 от 29.06 2017 г.

Заведующий кафедрой

 Д.А. Филиппов

« 29 » 06 2017 г.

1 Цели и задачи учебного модуля

Цель учебного модуля (УМ): научить студентов умению формализовать типовые задачи технологии машиностроения с использованием современных методов прикладной математики.

Задачи УМ:

- изучение классификации и методов построения математических моделей;
- моделирование точности обработки на металлорежущих станках;
- изучение методов обработки данных и построения экспериментальных моделей технологических процессов в машиностроении;
- изучение методов математического моделирования при оптимизации технологических процессов.
- умение использовать полученные знания на практике.

2 Место учебного модуля в структуре ОП направления подготовки

Модуль «Математическое моделирование в машиностроении» входит в вариативную часть учебного плана и изучается в 7-ом семестре.

Формируемые компетенции определяются Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Для изучения учебного модуля (*УМ*) «Математическое моделирование в машиностроении» студенты должны владеть теоретическими и практическими знаниями и умениями в области следующих дисциплин:

- Математика;
- Физика;
- Сопротивление материалов;
- Процессы резания и режущий инструмент;
- Оборудование машиностроительных производств;
- Технологическая оснастка;
- Основы технологии машиностроения;
- Технология машиностроения

Базовые знания, полученные в результате изучения данной дисциплины, используются в дальнейшем при изучении дисциплин:

- Автоматизация производственных процессов в машиностроении;
- Технология машиностроения;
- САПР в машиностроении;
- при выполнении курсового проекта и выпускной квалификационной работы;
- при работе на предприятии.

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций:

ПК-1: способностью применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах, **выбирать** основные и вспомогательные материалы для изготовления их изделий, **способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей**, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий.

В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ПК-1	Базовый	классификацию и виды математических моделей (ММ), применяемых в машиностроении; требования к ММ; способы получения ММ; детерминированные и вероятностные модели точности обработки; методы оптимизации процессов в машиностроении	применять детерминированные и вероятностные модели для анализа точности обработки; разрабатывать эмпирические модели процессов обработки; применять методы теоретической и экспериментальной оптимизации процессов в машиностроении	методиками расчета суммарной погрешности обработки на технологической операции; методиками расчета вероятной доли брака и анализа причин его появления; методами проверки статистических гипотез; методами регрессионного и корреляционного анализа; методами крутого восхождения и линейного программирования при решении оптимизационных задач; навыками применения средств вычислительной техники для решения задач линейного программирования

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

Таблица 1 – Очная форма обучения

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам		Коды формируемых компетенций
		7 сем.		
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	5		ПК-1
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):				
- лекции	36	36		
- практические занятия	36	36		

- аудиторная СРС	18	18	
- внеаудиторная СРС	108	108	
Аттестация: экзамен	36	36	

Таблица 2 – Заочная форма обучения

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формир-х компет-й
		8 сем.	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	5	ПК-1
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):			
- лекции	8	8	
- практические занятия	8	8	
- аудиторная СРС	0	16	
- внеаудиторная СРС	164	164	
Аттестация: экзамен	36	36	

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

- Раздел 1. Введение в математическое моделирование
 Раздел 2. Моделирование точности обработки деталей на станках
 Раздел 3. Вероятностно-статистические методы анализа точности обработки
 Раздел 4. Статистический анализ данных при получении эмпирических ММ
 Раздел 5. Получение ММ процессов методом регрессионного анализа
 Раздел 6. Корреляционный анализ технологических процессов
 Раздел 7. ММ в задачах оптимизации

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

4.3 Практические занятия

№ раздела УМ	Тема	Трудоемкость, ак. час
1	Параметры математических моделей. Определение области адекватности ММ.	2
2	Расчет ожидаемой точности токарной и фрезерной операции	6
3	Расчеты прогнозируемого брака продукции при выполнении технологических процессов	6
4	Проверка статистических гипотез при решении задач в области технологии машиностроения	6
5	Построение регрессионных многофакторных моделей процессов	6

	первого и второго порядка	
6	Установление связи точностных характеристик смежных технологических операций	4
7	Решение оптимизационных задач методом линейного программирования	6

4.5 Организация изучения учебного модуля

Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение семестра, и семестровый (экзамен) – по окончании семестра.

Максимальное количество баллов, получаемое на экзамене – 50. Максимальное количество баллов по модулю – 250.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников (от 25.06.2013 № СМК УД.3.1.-00-02.17-13)».

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: разноуровневые задачи, практические занятия, лабораторные работы, опрос и экзамен.

Критерии оценивания разноуровневых задач:

- правильно понимает постановку задачи – 1 балл максимум;
- правильно выбирает методы и средства для решения задачи – 2 балла максимум;
- правильно выполняет расчеты и анализирует результаты – 2 балла максимум.

Критерии оценивания опроса:

- уверенное владение терминологией – 4 баллов максимум;
- глубина знаний по теме вопроса – 4 баллов максимум;
- полнота ответа – 4 баллов максимум;
- логическая связность – 4 баллов максимум;
- аргументированность ответа – 4 баллов максимум.

Критерии оценивания экзамена:

- уверенное владение терминологией – 10 баллов максимум;
- глубина знаний по теме вопроса – 10 баллов максимум;

- полнота ответа – 10 баллов максимум;
- логическая связность – 10 баллов максимум;
- аргументированность ответа – 10 баллов максимум.

Критерии оценивания представлены в следующей таблице.

Оценочное средство	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Разноуровневые задачи	3 балла - не всегда адекватно подбирает формулы и (или) использует их с ошибками	4 балла - допускает неточности в подборе формул и (или) допускает некритические ошибки в их использовании	5 баллов - способен правильно выбрать нужную формулу и правильно ее применить
Опрос	10 – 13 баллов – 50-69% правильных ответов	14 – 17 баллов – 70-89% правильных ответов	18-20 баллов – 90-100% правильных ответов
Экзамен	25-34 балла – Испытывает трудности при демонстрации знаний	35-44 – балла Допускает неточности при демонстрации знаний	45-50 – баллов Демонстрирует всестороннее и глубокое знание

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

Контроль формирования компетенций в соответствии с их паспортами (Приложение В) осуществляется с использованием ФОС.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено Картой учебно-методического обеспечения (Приложение Г).

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Для осуществления образовательного процесса по модулю используется: компьютерный класс 4130, оборудованный мультимедийными средствами и персональными компьютерами (10 шт.).

Приложения (обязательные):

- А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля
- Б – Технологическая карта
- В – Паспорта компетенций.
- Г - Карта учебно-методического обеспечения УМ

Приложение А
(обязательное)

**Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля
«Математическое моделирование в машиностроении»**

Учебный модуль «Математическое моделирование машиностроении» состоит из 7-и взаимосвязанных разделов, по которым предусмотрены лекционные и практические занятия.

Образовательный процесс по модулю предполагает использование следующих тактических процедур:

- лекционные (вводная лекция, информационная лекция);
- практические (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, решение задач);
- самоуправления (СРС) (работа с источниками по темам учебного модуля, самостоятельное решение задач).

А.1. Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

Теоретическая часть делится на разделы, содержание которых приведены ниже:

Раздел 1. Введение в математическое моделирование.

Понятия математической модели (ММ) и моделирования. Задачи моделирования процессов и систем в машиностроении. Классификация ММ. Методы получения ММ. Требования к ММ. Уровни моделирования технических объектов. Модели микро-, макро- и метауровней. Обобщенная методика построения ММ.

Раздел 2. Моделирование точности обработки деталей на станках.

Моделирование погрешностей обработки, связанных с упругими деформациями технологической системы, размерным износом инструмента, настройкой инструмента, установкой заготовок, геометрическими неточностями станка, тепловыми деформациями технологической системы. Расчет суммарной погрешности обработки.

Раздел 3. Вероятностно-статистические методы анализа точности обработки.

Основные понятия теории вероятностей. Нормальный закон распределения. Преобразование Лапласа. Поле рассеивания размеров. Уклонения от нормального закона. Расчет вероятной доли брака. Точность и настроенность технологического процесса. Распределения с линейным и степенным законом смещения уровня настройки технологического оборудования. Точностные диаграммы технологических процессов. Расчет периодичности подналадки технологического оборудования.

Раздел 4. Статистический анализ данных при получении эмпирических ММ.

Выборочный метод производства наблюдений. Доверительные интервалы. Проверка статистических гипотез: о равенстве мат. ожидания заданному значению; о равенстве двух дисперсий; о равенстве двух средних; об однородности нескольких дисперсий. Метод наименьших квадратов.

Раздел 5. Получение ММ процессов методом регрессионного анализа.

Однофакторный линейный регрессионный анализ. Многофакторный линейный регрессионный анализ. Полнофакторный эксперимент. Дробнофакторный эксперимент. Получение ММ процессов резания. Построение многофакторных моделей второго порядка.

Раздел 6. Получение ММ процессов методом корреляционного анализа.

Основные понятия теории систем случайных величин (ССВ). Нормальный закон распределения (ССВ). Корреляционное уравнение, коэффициент корреляции. Применение теории корреляции к задачам технологии машиностроения: установление связи между точностными характеристиками смежных операций ТП, анализ точности работы поточных линий.

Раздел 7. ММ в задачах оптимизации ТП.

Метод крутого восхождения при оптимизации технологических процессов. Требования к регрессионной модели. Расчет шагов при реализации метода. Стратегия последовательного приближения к области оптимума. Исследование области оптимума, представленной моделью второго порядка. Последовательное симплекс-планирование. Линейное программирование. Общая постановка задачи. Линейное программирование в технологии машиностроения: задача об оптимальном составе ОТК, задача об использовании сырья, задача об использовании оборудования. Графическое решение задачи линейного программирования. Решение задач в среде EXCEL.

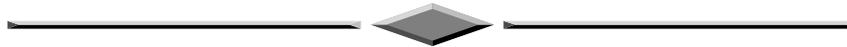
Основное содержание теоретической части излагается преподавателем на лекционных занятиях, а также усваивается студентом при знакомстве с дополнительной литературой, которая предназначена для более глубокого овладения знаниями основных дидактических единиц соответствующего раздела и указана.

Как правило, в начале лекции проводится опрос (не более 10 мин.) для экспресс-оценки уровня усвоения теоретического материала студентами.

Для изучения теоретической части курса помимо основной литературы, предусматривается дополнительная.

Пример экзаменационного билета (демо-версия) приведен ниже.

Министерство образования и науки РФ



Новгородский государственный университет
им. Ярослава Мудрого

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Учебный модуль «Математическое моделирование в машиностроении»,
кафедра ТМ для направления подготовки

15.03.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

1. Классификация математических моделей.
2. Полнофакторный эксперимент.
3. Определить оптимальный настроечный размер и период подналадки токарного станка при обработке партии деталей из стали 08X18H10T резцом ВК8 с режимами $V=120$ м/мин, $S=0,1$ мм/об., если дисперсия мгновенного рассеивания размеров составляет $0,00008$ мм². Размеры детали: диаметр $32_{-0,12}$ мм, длина – 35 мм.

Одобрено на заседании кафедры ТМ _____ 201 г.

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТМ _____ Д.А. Филиппов

Контрольные вопросы (для экзамена и опроса)

- 1 Понятие математической модели. Классификация ММ. Параметры математической модели. Требования к модели.
- 2 Моделирование точности обработки на станках.
- 3 Моделирование погрешностей, связанных с упругими деформациями технологической системы.
- 4 Моделирование погрешностей, связанных с размерным износом режущего инструмента и геометрической неточностью станка.
- 5 Моделирование погрешностей, связанных с установкой деталей.
- 6 Основные понятия теории вероятности. Распределение Гаусса. Вероятностный метод расчета суммарного поля рассеяния размеров деталей в партии.
- 7 Вероятностный метод расчета доли бракованных деталей в партии.
- 8 Точность и настроенность технологического процесса. Требования к точности и настроенности технологического процесса.
- 9 Вероятностный метод расчета доли бракованных деталей в партии в зависимости от коэффициентов точности и настроенности технологического процесса.
- 10 Точностные диаграммы технологических процессов.
- 11 Распределение с линейной функцией смещения уровня настройки. Плотность суммарного распределения. Предельные случаи распределения.
- 12 Распределение со степенной функцией смещения уровня настройки. Плотность суммарного распределения.
- 13 Расчет оптимального настроечного размера и периодичности подналадки технологической системы при линейной функции смещения уровня настройки.
- 14 Расчет оптимального настроечного размера и периодичности подналадки технологической системы при степенной функции смещения уровня настройки.
- 15 Выборочный метод производства наблюдений. Доверительные интервалы.
- 16 Проверка статистических гипотез. Гипотезы о равенстве мат. ожидания заданному значению и о равенстве двух дисперсий.
- 17 Проверка статистических гипотез. Гипотезы о равенстве двух средних и об однородности нескольких дисперсий.
- 18 Однофакторный линейный регрессионный анализ.
- 19 Метод наименьших квадратов. Расчет коэффициентов линейной модели по МНК в случае симметричной нормализации факторов.
- 20 Полнофакторный эксперимент. Матрицы с эффектами взаимодействия.
- 21 Дробнофакторный эксперимент.
- 22 Построение многофакторных моделей второго порядка.
- 23 Построение степенных многофакторных моделей процессов обработки резанием.
- 24 Основные понятия теории систем случайных величин (ССВ). Нормальный закон распределения (ССВ). Корреляционное уравнение, коэффициент корреляции.
- 25 Установление связи между точностными характеристиками смежных операций ТП.
- 26 Анализ точности работы поточных линий.
- 27 Метод крутого восхождения при оптимизации технологических процессов. Расчет шагов при реализации метода. Стратегия последовательного приближения к области оптимума.
- 28 Исследование области оптимума, представленной моделью второго порядка.
- 29 Последовательное симплекс-планирование в задачах оптимизации.
- 30 Общая постановка задачи линейного программирования. Пример.
- 31 Графическое решение задачи линейного программирования.
- 32 Линейное программирование при решении задач оптимизации.

А.2. Методические рекомендации по практическим занятиям

Цель практических занятий – закрепление теоретического материала и выработка у студентов умения решать задачи по практическим аспектам учебного модуля.

Практические занятия в рамках строятся следующим образом:

- 20% аудиторного времени отводится на объяснение решения типовой задачи у доски;
- 70% аудиторного времени – самостоятельное решение разноуровневых задач студентами;
- 10% аудиторного времени в конце текущего занятия – разбор типовых ошибок при решении задач.

Для проведения практических занятий используется учебное издание (3), указанное в таблице 1 Приложения Г. В этом издании содержатся задачи и примеры их решения.

А.3. Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

Для подготовки к практическим занятиям, контрольному опросу и экзамену рекомендуется пользоваться основной и дополнительной учебно-методической литературой, представленной в карте учебно-методического обеспечения.

Приложение Б
(обязательное)

Технологическая карта

учебного модуля «Математическое моделирование в машиностроении»

семестр – 5, ЗЕ – 5, вид аттестации – экзамен, акад. часов – 72, баллов рейтинга – 250

№ и наименование раздела учебного модуля	№ недели сем.	Трудоемкость, ак. час			СРС	Форма текущего контроля успеваемости (в соответствии с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия					
		ЛЕК	ПЗ	АСРС			
Раздел 1. Введение в математическое моделирование	1	2	2	2	8	опрос	20
Раздел 2. Моделирование точности обработки деталей на станках	2,3	4	6	4	10	разноуровневые задачи, опрос	30
Раздел 3. Вероятностно-статистические методы анализа точности обработки	4-6	6	6	3	10	разноуровневые задачи, опрос	30
Раздел 4. Статистический анализ данных при получении эмпирических ММ	7-9	6	6	3	10	разноуровневые задачи, опрос	30
Раздел 5. Получение ММ процессов методом регрессионного анализа	10-12	6	6	2	12	разноуровневые задачи, опрос	30
Раздел 6. Корреляционный анализ технологических процессов	13-15	6	4	2	10	разноуровневые задачи, опрос	30
Раздел 7. ММ в задачах оптимизации	16-18	6	6	2	12	разноуровневые задачи, опрос	30
Экзамен					36		50
Итого:		36	36	18	108		250

Критерии оценки качества освоения студентами модуля (в соответствии с Положениями "Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования" от 25.03.2014 и "О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников от 25.06.2013):

отлично - 225-250 баллов,

хорошо - 175-224 баллов,

удовлетворительно -125-174 баллов,

неудовлетворительно – менее 125 баллов.

Приложение В
Паспорт компетенции ПК-1

ПК-1: *способностью* применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах, **выбирать** основные и вспомогательные материалы для изготовления их изделий, **способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей**, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Базовый уровень	<i>знать:</i> классификацию и виды математических моделей (ММ), применяемых в машиностроении; требования к ММ; способы получения ММ; детерминированные и вероятностные модели точности обработки; методы оптимизации процессов в машиностроении	Слабо усвоил: классификацию и виды математических моделей (ММ), применяемых в машиностроении; требования к ММ; способы получения ММ; детерминированные и вероятностные модели точности обработки; методы оптимизации процессов в машиностроении	Недостаточно твердо усвоил: классификацию и виды математических моделей (ММ), применяемых в машиностроении; требования к ММ; способы получения ММ; детерминированные и вероятностные модели точности обработки; методы оптимизации процессов в машиностроении	Глубоко усвоил: классификацию и виды математических моделей (ММ), применяемых в машиностроении; требования к ММ; способы получения ММ; детерминированные и вероятностные модели точности обработки; методы оптимизации процессов в машиностроении
	<i>уметь:</i> применять детерминированные и вероятностные модели для анализа точности обработки; разрабатывать эмпирические модели процессов обработки; применять методы теоретической и экспериментальной оптимизации процессов в машиностроении	Испытывает трудности и допускает много ошибок при применении детерминированных и вероятностных моделей для анализа точности обработки; разработке эмпирических моделей процессов обработки; применении методов теоретической и экспериментальной оптимизации процессов в машиностроении	Готов применять и допускает незначительные ошибки при применении детерминированных и вероятностных моделей для анализа точности обработки; разработке эмпирических моделей процессов обработки; применении методов теоретической и экспериментальной оптимизации процессов в машиностроении	Умеет практически без ошибок самостоятельно применять детерминированные и вероятностные модели для анализа точности обработки; разрабатывать эмпирические модели процессов обработки; применять методы теоретической и экспериментальной оптимизации процессов в машиностроении
	<i>владеть:</i> методиками расчета суммарной погрешности обработки на технологической операции; методиками расчета вероятной доли брака и анализа причин его появления; методами проверки статистических гипотез; методами регрессионного и корреляционного анализа; методами крутого восхождения и линейного программирования при решении оптимизационных задач; навыками применения средств вычислительной техники для решения задач линейного программирования	Слабо владеет: методиками расчета суммарной погрешности обработки на технологической операции; методиками расчета вероятной доли брака и анализа причин его появления; методами проверки статистических гипотез; методами регрессионного и корреляционного анализа; методами крутого восхождения и линейного программирования при решении оптимизационных задач; навыками применения средств вычислительной техники для решения задач линейного программирования	Недостаточно уверенно владеет: методиками расчета суммарной погрешности обработки на технологической операции; методиками расчета вероятной доли брака и анализа причин его появления; методами проверки статистических гипотез; методами регрессионного и корреляционного анализа; методами крутого восхождения и линейного программирования при решении оптимизационных задач; навыками применения средств вычислительной техники для решения задач линейного программирования	В полной мере владеет: методиками расчета суммарной погрешности обработки на технологической операции; методиками расчета вероятной доли брака и анализа причин его появления; методами проверки статистических гипотез; методами регрессионного и корреляционного анализа; методами крутого восхождения и линейного программирования при решении оптимизационных задач; навыками применения средств вычислительной техники для решения задач линейного программирования

Приложение Г

(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения

Учебного модуля «Математическое моделирование в машиностроении»

Направление подготовки 15.03.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Формы обучения: очная, заочная

Курс 4 Семестр 7/8

Часов: всего – 72/16, лекций – 36/8, практических занятий – 36/8, СРС – 108/164.

Обеспечивающая кафедра: Технология машиностроения

Таблица 1- Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
Кузьмин В.В. Математическое моделирование технологических процессов сборки и механической обработки изделий машиностроения: учеб. пособие для вузов. - М. : Высшая школа, 2008. - 278,[2]с. : ил.	5	
Черепашков А.А. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении : Учеб.для вузов. - Волгоград : ИН-ФОЛИО, 2009. - 591,[1]с.	20	
Технология машиностроения : сб. задач и упражнений. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Инфра-М, 2005. - 285,[1]с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.:с.284-286. - Прил.:с.218-283.	5	
Системы автоматизированного проектирования: Кн. 4. Математические модели технических объектов: Уч. пособие в 9 кн./ Трудоношин В.А., Пивоварова Н.В.; Под ред. И.П. Норенкова.. – М.: Высш.шк, 1986.–160 с.	13	
Ящерицын П.И., Махаринский Е.И. Планирование эксперимента в машиностроении. Учебное пособие. – Мн.: Выш. шк. , 1985. – 286 с.	15	
Учебно-методические издания		
Математическое моделирование в машиностроении: рабочая программа / авт.-сост.: К.А.Бордашев; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого - Великий Новгород, 2016 – 15 с.		
Планирование эксперимента, обработка данных и принятие решений : Курс лекций / авт.-сост. В. А. Стаценко ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 1999. - 106с. : ил.	4	

Таблица 2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
Математическое моделирование в машиностроении: рабочая программа / авт.-сост.: К.А.Бордашев; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого - Великий Новгород, 2016 – 15 с.	http://www.novsu.ru/study/umk/university/r.6991.ksort.spec/i.6991/?spec=151001.65&shfolder=7714	

Таблица 3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Том 1./ Под ред. А. Г. Косиловой, А. К. Мещерякова. – 4-е изд. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.	45	
Том 2./ Под ред. А. Г. Косиловой, А. К. Мещерякова. – 4-е изд. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.	48	
Учаев П. Н. Оптимизация инженерных решений в примерах и задачах : учеб. пособие для вузов / П. Н. Учаев, С. А. Чевычелов, С. П. Учаева ; под общ. ред. П. Н. Учаева. - Старый Оскол : ТНТ, 2011. - 175, [1] с. : ил.	2	
Гельман В.Я. Решение математических задач средствами Excel : Практикум. - СПб. : Питер, 2003. - 235,[1]с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.:с.236.	3	
Рыжиков Ю.И. Решение научно-технических задач на персональном компьютере : для студентов и инженеров. - СПб. : КОРОНА принт, 2000. - 271с.	4	
Гайдышев И. П. Решение научных и инженерных задач средствами Excel, VBA и C/C++ / Игорь Гайдышев. - СПб. : БХВ-Петербург, 2004. - 504 с. : ил. + CD-ROM. - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 435-504.	4	

Действительно для учебного года _____ / _____

Зав. кафедрой _____
подпись И.О.Фамилия

_____ 20..... г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ: _____
должность подпись расшифровка