

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА» (НГТУ)

Институт промышленных технологий машиностроения (ИПТМ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Панов А.Ю.
подпись ФИО

“17” декабря 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.12 Планирование эксперимента и обработка данных

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Направленность: Технология машиностроения

Форма обучения: очная, очно-заочная

Год начала подготовки 2021

Выпускающая кафедра ТиОМ

Кафедра-разработчик ТиОМ

Объем дисциплины 108/3
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет с оценкой

Разработчик: Тудакова Н.М., доцент, к.т.н.

Нижний Новгород
2021

Рецензент¹: Стручков Александр Владимирович, к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«21» декабря 2020 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденным приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от 17.08.2020 № 1045 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 17.12.2020 № 5

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы протокол от 09.11.2020 № 3

Зав. кафедрой *к.т.н, доцент, Лаптев И.Л.* _____

подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института, где реализуется данная программа, Протокол от 16.11.2020 № 2

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 15.04.05 – Т – 16

Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ _____
(подпись)

¹ Рецензент должен быть с другой профильной кафедры или организации. Шаблон рецензии указан в приложении 1.

Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. Цель освоения дисциплины:	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	6
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	7
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	9
5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	9
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА	11
6.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	12
6.3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА (ПРИМЕР)	13
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ"	16
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	16
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	17
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	17
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	17
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА ¹⁶	18
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ.....	18
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	19
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
11.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	19
11.1.1. Типовые задания для лабораторных и практических работ	19
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета/экзамена	23
11.1.3. Типовые тестовые задания для текущего контроля.....	24

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение методик расчета параметров структурных подразделений машиностроительного производства для построения планировки структурного подразделения обрабатывающего производства.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

Трудовые действия:

- проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений;
- осуществление разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок.

Трудовые знания:

- методы анализа научных данных;
- методы и средства планирования и организации исследований и разработок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Проектирование машиностроительного производства включена в обязательный перечень дисциплин в рамках базовой части Блока 1 (Б1.Б.12), установленного ФГОС ВО, и является обязательной для всех профилей направления подготовки.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: динамические процессы при обработке резанием, преддипломная практика, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, научно-исследовательская работа подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

Дисциплина проектирование машиностроительного производства является основополагающей для изучения следующих дисциплин: научно-исследовательская работа технологическая (проектно-технологическая) практика современные проблемы машиностроительных производств надежность и диагностика технологических систем моделирование технологических процессов методы искусственного интеллекта в конструировании и технологии машиностроения.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)¹

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра»			
	1	2	3	4
Планирование эксперимента и обработка данных ПК-1				
Научно-исследовательская работа ОПК-2				
Технологическая (проектно-технологическая) практика ПК-1				
Современные проблемы машиностроительных производств ПК-1				
Надежность и диагностика технологических систем ПК-1, ОПК-2				
Моделирование технологических процессов ПК-1				
Методы искусственного интеллекта в конструировании и технологии машиностроения ПК-1				
Динамические процессы при обработке резанием ПК-1				
Преддипломная практика ПК-1				
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы ПК-1, ОПК-2				

3.1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		Оценочные средства	
				Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-2. Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИОПК -2.1 Разрабатывает планы проведения исследований, вырабатывать методику исследования	Уметь разрабатывать планы проведения исследований, вырабатывать методику исследования Владеть методикой разработки планов проведения исследований Знать способы обработки экспериментальных данных	Трудовые действия: - Проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений. - Осуществление разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок.	Тестирование в системе <i>e-Learning</i> (тесты по двум темам)	Вопросы для устного собеседования: билеты (30 билетов)
ПК-1. Способен проводить работы по сбору, изучению и обработке научно-технической информации и результатов исследований, по разработке математических моделей, выполнять расчетные и экспериментальные исследования	ИПК-1.2. Применяет аппарат математической обработки экспериментальных данных	Уметь в области организации и планирования эксперимента с применением прикладных компьютерных программ планировать, анализировать и обрабатывать экспериментальные данные; Владеть навыками проведения инженерного эксперимента и опытом практического использования методов обработки, анализа и визуализации экспериментальных данных с использованием прикладных программных средств Знать теорию инженерного эксперимента, типовые схемы проведения эксперимента, принципы организации и планирования эксперимента	Трудовые знания: - Методы анализа научных данных. - Методы и средства планирования и организации исследований и разработок	Тестирование в системе <i>e-Learning</i> (тесты по двум темам)	Вопросы для устного собеседования: билеты (30 билетов)

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. 108 часов, распределение часов по видам работ за один семестр (2 семестра 2 курса – очная форма обучения и очно-заочная форма обучения (4 семестр)) представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час
	4 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108/108
1. Контактная работа:	48/38
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	44/34
занятия лекционного типа (Л)	-
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	22/17
лабораторные работы (ЛР)	22/17
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4/4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	-
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	4/4
2. Самостоятельная работа (СРС)	60/70
реферат/эссе (подготовка)	-
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-
контрольная работа	-
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	60/70
Подготовка к экзамену (контроль)	-
Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)	4/4

Примечание: через дробь проставлены формы обучения:
очная/очно-заочная

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
ПК-1, ОПК-2	Раздел 1. Планирование эксперимента								
	Практическая работа № 1. Планирование эксперимента путем выбора структурной схемы	-	-	3,0/3,0	6,0/6,0	Подготовка к пр. р. [6.2.1]	Подготовка презентации		
	Практическая работа № 2. Определение минимального количества измерений	-	-	3,0/3,0	5,0/5,0	Подготовка к пр. р. [6.2.2]	Подготовка презентации		
	Практическая работа № 3. Общие методы проверки экспериментальных измерений на точность и достоверность	-	-	3,0/2,0	5,0/5,0	Подготовка к пр. р. [6.2.3]	Подготовка презентации		
	Работа по освоению 1 раздела:	-	-	9,0/8,0	16,0/16,0	-			
	реферат, эссе (тема)	-	-	-	-	-			
	расчётно-графическая работа (РГР)	-	-	-	-	-			
	контрольная работа	-	-	-	4,0/4,0	КСР [6.3.1]			
	Итого по 1 разделу	-	-	9,0/8,0	20,0/20,0	-			
ПК-1, ОПК-2	Раздел 2. Обработка данных эксперимента								
	Практическая работа № 4. Исключение грубых ошибок в процессе обработки экспериментальных данных	-	-	3,0/2,0	4,0/5,0	Подготовка к пр. р. [6.2.4]	Подготовка презентации		
	Практическая работа № 5. Проверка на воспроизводимость ответственных экспериментов	-	-	3,0/2,0	4,0/5,0	Подготовка к пр. р. [6.2.5]	Подготовка презентации		
	Практическая работа № 6. Интервальная оценка с помощью доверительной вероятности	-	-	3,0/2,0	4,0/5,0	Подготовка к пр. р. [6.2.6]	Подготовка презентации		
	Практическая работа № 7. Применение критериев для определения адекватности при больших статистических измерениях (больших выборках)			4,0/3,0	4,0/5,0	Подготовка к пр. р. [6.2.7]	Подготовка презентации		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Лабораторная работа № 1. Обработка и анализ статистического ряда парных, однофакторных технологических измерений в MathCad и Excel	-	4,0/ 4,0	-	4,0/ 5,0	Подготовка к л. р. [6.2.8]	Подготовка презентации		
	Лабораторная работа № 2. Оценка адекватности теоретического представления результатов технологического эксперимента в MathCad и Excel	-	4,0/ 4,0	-	4,0/ 5,0	Подготовка к л. р. [6.2.9]	Подготовка презентации		
	Лабораторная работа № 3. Метода средних квадратов при обработке данных эксперимента в MathCad и Excel	-	3,0/ 2,0	-	4,0/ 5,0	Подготовка к л. р. [6.2.10]	Подготовка презентации		
	Лабораторная работа № 4. Метода наименьших квадратов при обработке данных эксперимента в MathCad и Excel	-	3,0/ 2,0	-	4,0/ 5,0	Подготовка к л. р. [6.2.11]	Подготовка презентации		
	Лабораторная работа № 5. Метод подбора эмпирических формул при обработке данных эксперимента		2,0/ 2,0		4,0/ 5,0	Подготовка к л. р. [6.2.12]	Подготовка презентации		
	Лабораторная работа № 6. Точность технологических операций в математической обработке Excel и MathCad	-	6,0/ 5,0	-	4,0/ 5,0	Подготовка к л. р. [6.2.13]	Подготовка презентации		
	Работа по освоению 2 раздела:	-	22,0/ 17,0	13,0/ 9,0	40,0/ 50,0	-	-		
	реферат, эссе (тема)	-	-	-	-	-	-		
	расчётно-графическая работа (РГР)	-	-	-	-	-	-		
	контрольная работа	-	-	-	-	-	-		
	Итого по 2 разделу	-	22,0/ 17,0	13,0 9,0	9,0	-	-		
	Курсовая работа (КР)	-	-	-	-	-	-	-	-
	Курсовой проект (КП)	-	-	-	-	-	-	-	-
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	-	22,0/ 17,0	22,0/ 17,0	60,0/ 70,0	-	-	-	-
	ИТОГО по дисциплине	-	22,0/ 17,0	22,0/ 17,0	60,0/ 70,0	-	-	-	-

Примечание. Через дробь проставлены очная/очно-заочная формы обучения.

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе *e-Learning* и находятся в свободном доступе.

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета с оценкой сформированы в системе *e-Learning* и находятся в свободном доступе.

Таблица 5 – При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения практических работ

Шкала оценивания	Зачет с оценкой	-
$40 < R \leq 50$	Отлично	-
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырех-балльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет».

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оцен- ки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-2. Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИОПК -2.1 Разрабатывает планы проведения исследований, вырабатывать методику исследования	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не усвоены основные законы и правила общей физики, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по методам математического анализа. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи профессиональной деятельности, имеет навык в постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
ПК-1. Способен проводить работы по сбору, изучению и обработке научно-технической информации и результатов исследований, по разработке математических моделей, выполнять расчетные и экспериментальные исследования	ИПК-1.2. Применяет аппарат математической обработки экспериментальных данных	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не усвоены основные законы и правила общей физики, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по методам математического анализа. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи профессиональной деятельности, имеет навык в постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронный адрес кафедры ТиОМ kpmis@nntu.ru

Для самостоятельного изучения теоретической части курса, подготовки к практическим занятиям на кафедре ТиОМ и в научно-технической библиотеке (<https://library.nntu.ru/megapro/web>) имеются:

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Таблица 8 – Перечень учебной литературы

№ р-ла	Наименование учебно-методического обеспечения
1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сидняев, Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : Учеб.пособие / Н.И. Сидняев. - М. : Юрайт, 2011. - 400 с. 2. Карманов, Ф.И. Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad : Учеб.пособие / Ф.И. Карманов, В.А. Острейковский. - М. : КУРС; ИНФРА-М, 2015. - 208 с. 3. Волосухин, В.А. Планирование научного эксперимента : Учебник / В.А. Волосухин, А.И. Тищенко. - 2-е изд. - М. : РИОР; ИНФРА-М, 2016. - 175 с. 4. Прохорова, М.В. Количественные методы исследования: обработка и представление данных : Учеб.пособие / М.В. Прохорова, Е.И. Скобелева, М.В. Заплаткин; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2020. - 94 с. 5. Болдин, А.П. Основы научных исследований : Учебник / А.П. Болдин, В.А. Максимов. - М. : Изд.центр "Академия", 2012. - 336 с. 6. Фаддеев, М.А. Элементарная обработка результатов эксперимента : Учеб.пособие / М.А. Фаддеев. - СПб. : Лань, 2008. - 118 с.

2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Математические методы обработки данных технологических экспериментов MathCad и Excel : Метод.указания к выполнению лаб.работ по дисц. "Мат.методы обработки экспериментальных данных" для магистров машиностроит.спец.всех форм обучения /НГТУ им.Р.Е.Алексеева, Каф."Технол.и оборуд.машиностроения"; Сост.:Н.М.Тудакова [и др.]. - Н.Новгород : [Б.и.], 2012. - 22 с. 2. Сидняев, Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : Учеб.пособие / Н.И. Сидняев. - М. : Юрайт, 2011. - 400 с. 3. Карманов, Ф.И. Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad : Учеб.пособие / Ф.И. Карманов, В.А. Острейковский. - М. : КУРС; ИНФРА-М, 2015. - 208 с. 4. Волосухин, В.А. Планирование научного эксперимента : Учебник / В.А. Волосухин, А.И. Тищенко. - 2-е изд. - М. : РИОР; ИНФРА-М, 2016. - 175 с. 5. Прохорова, М.В. Количественные методы исследования: обработка и представление данных : Учеб.пособие / М.В. Прохорова, Е.И. Скобелева, М.В. Заплаткин; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2020. - 94 с. 6. Болдин, А.П. Основы научных исследований : Учебник / А.П. Болдин, В.А. Максимов. - М. : Изд.центр "Академия", 2012. - 336 с. 7. Фаддеев, М.А. Элементарная обработка результатов эксперимента : Учеб.пособие / М.А. Фаддеев. - СПб. : Лань, 2008. - 118 с.
---	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ и самостоятельной контрольной работы по дисциплине Планирование эксперимента и обработка данных выложены в электронной библиотеке <https://library.nntu.ru/megapro/web>:

Практические работы

- 6.2.1. Учебно-методическое пособие. «Методические указания по выполнению практической работы № 1. Планирование эксперимента путем выбора структурной схемы»
- 6.2.2. Учебно-методическое пособие. «Методические указания по выполнению практической работы № 2. Определение минимального количества измерений».
- 6.2.3. Учебно-методическое пособие. «Методические указания по выполнению практической работы № 3. Общие методы проверки экспериментальных измерений на точность и достоверность».
- 6.2.4. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению практической работы № 4. Исключение грубых ошибок в процессе обработки экспериментальных данных».
- 6.2.5. Учебно-методическое пособие. «Методические указания по выполнению практической работы № 5». Проверка на воспроизводимость ответственных экспериментов.
- 6.2.6. Учебно-методическое пособие. «Методические указания по выполнению практической работы № 6». Интервальная оценка с помощью доверительной вероятности
- 6.2.7. Учебно-методическое пособие. «Методические указания по выполнению практической работы № 7». Применение критериев для определения адекватности при больших статистических измерениях (больших выборках)

Лабораторные работы

- 6.2.8. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы № 1. Математические методы обработки данных технологических экспериментов MathCad и Excel»
- 6.2.9. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы № 2. Математические методы обработки данных технологических экс-

- периментов MathCad и Excel».
- 6.2.10. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы № 3. Метод средних квадратов при обработке данных технологических экспериментов MathCad и Excel».
- 6.2.11. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы № 4. Метод наименьших квадратов при обработке данных технологических экспериментов MathCad и Excel».
- 6.2.12. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы № 5. Метод подбора эмпирических формул при обработке данных».
- 6.2.13. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы № 6. Точность технологических операций в математической обработке Excel и MathCad».

6.3. Самостоятельная контрольная работа (Пример).

- 6.3.1. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению самостоятельной контрольной работы. Теория и практика планирования эксперимента и обработки данных».

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Цель работы: Обеспечить наличие результатов теоретических расчетов и результатов экспериментальных исследований для проведения обработки экспериментальных данных и планирования эксперимента.

1. Схема и формулы для теоретических расчетов

Построим схему исследуемого процесса (рис. 1).

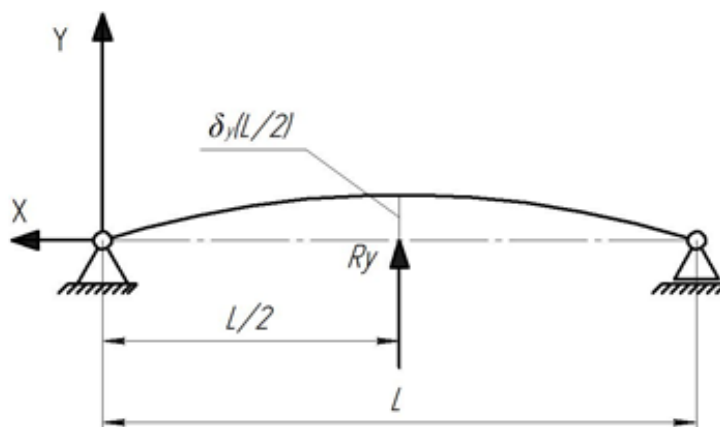


Рис. 1. Схема прогиба оси заготовки в центрах

При закреплении заготовки в центрах максимальная величина прогиба оси заготовки (отклонение профиля продольного сечения δ_y) вычисляется по формуле:

$$\delta_y(L/2) = \frac{P_y L^3}{48 E J} \quad (1)$$

где L – длина обрабатываемой заготовки, мм; $E = 2 \cdot 10^5$ – модуль упругости стальной заготовки, Н/мм²; $J = 0,05 d^4$ – момент инерции поперечного сечения заготовки, мм⁴; P_y – радиальная сила резания, которая определяется по формуле

$$P_y = (0,4 \dots 0,5) P_z. \quad (2)$$

где P_z – тангенсальная сила резания, которая определяется по формуле:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p. \quad (3)$$

где t – глубина резания (задается исполнителем); C_p – постоянный коэффициент (принимается из справочника); x, y, n – показатель степени для конкретных (расчетных) условиях обработки (принимается из справочника); K_p – поправочный коэффициент, и представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp} K_{фp} K_{γp} K_{λp} K_{гр}$), учитывающих фактические условия резания (принимается из справочника); V – скорость резания м/мин; S – подача, мм/об.

2. Теоретические расчеты

Исходя из дано, проведем теоретические расчеты прогиба оси заготовки в центрах. Данные для расчета возьмем из табл. 1.

Таблица 1

Данные для теоретического расчета

Обрабатываемый материал	Глубина резания, мм	Подача, мм/мин	Скорость резания, м/мин	Диаметр, мм
Сталь 20 ГОСТ 4543-2016	3	0,2	300	30

Геометрия инструмента: $φ=45°$; $γ=0°$; $λ=0°$; $r=1,0$.

Материал режущей части: твердый сплав.

Длина вала: $X=L$, мм. Рассчитаем теоретическую величину прогиба для длин 100 мм, 150 мм, 200 мм, 300 мм.

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad (4)$$

Определим x, y, n – по справочнику: $x=1, y=0,75, n=-0,15$.

Определим C_p – по справочнику: $C_p=300$.

Определим K_p – по справочнику: $K_p=0,825$.

Определим тангенциальную силу резания P_z , подставляя все данные в формулу 3:

$$P_z = 10 * 300 * 3^1 * 0,2^{0,75} * 300^{-0,15} * 0,825 = 943,84 \text{ Н.}$$

Определим радиальную силу резания P_y , подставляя необходимые значения в формулу 2:

$$P_y = 0,5 * 943,84 = 471,9 \text{ Н}$$

Определим $δ_y$, подставляя необходимые значения в формулу 1. Где величина $x(L)$ – будет меняться.

$$δ_y(100) = \frac{471,9 * 100^3}{48 * 2 * 10^5 * 0,05 * 30^4} = 1,21 \text{ мкм}$$

$$δ_y(150) = \frac{471,9 * 150^3}{48 * 2 * 10^5 * 0,05 * 30^4} = 4,1 \text{ мкм}$$

$$δ_y(200) = \frac{471,9 * 200^3}{48 * 2 * 10^5 * 0,05 * 30^4} = 9,71 \text{ мкм}$$

$$δ_y(300) = \frac{471,9 * 300^3}{48 * 2 * 10^5 * 0,05 * 30^4} = 32,77 \text{ мкм}$$

$$δ_y(350) = \frac{471,9 * 350^3}{48 * 2 * 10^5 * 0,05 * 30^4} = 52,04 \text{ мкм.}$$

Расчетные значения:

$$y_{1T(100)}=1,21; y_{2T(150)}=4,1; y_{3T(200)}=9,71; y_{4T(300)}=32,77; y_{5T(350)}=54,04$$

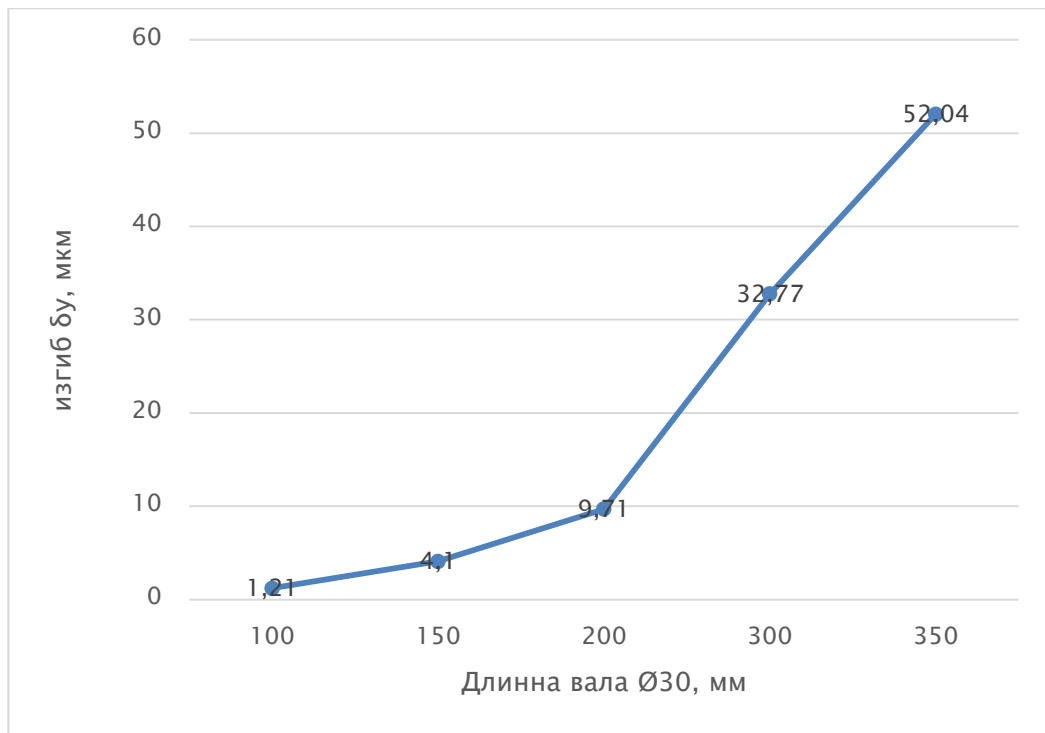


Рис. 2. График исходных теоретических данных

3. Практическая часть

Получив расчетные значения прогиба оси заготовки в центрах, проверим их на практике. Было проведено пять экспериментов ($m=5$), по пять измерений ($n=5$). Результаты экспериментов представим в виде рис. 3 и табл. 2.

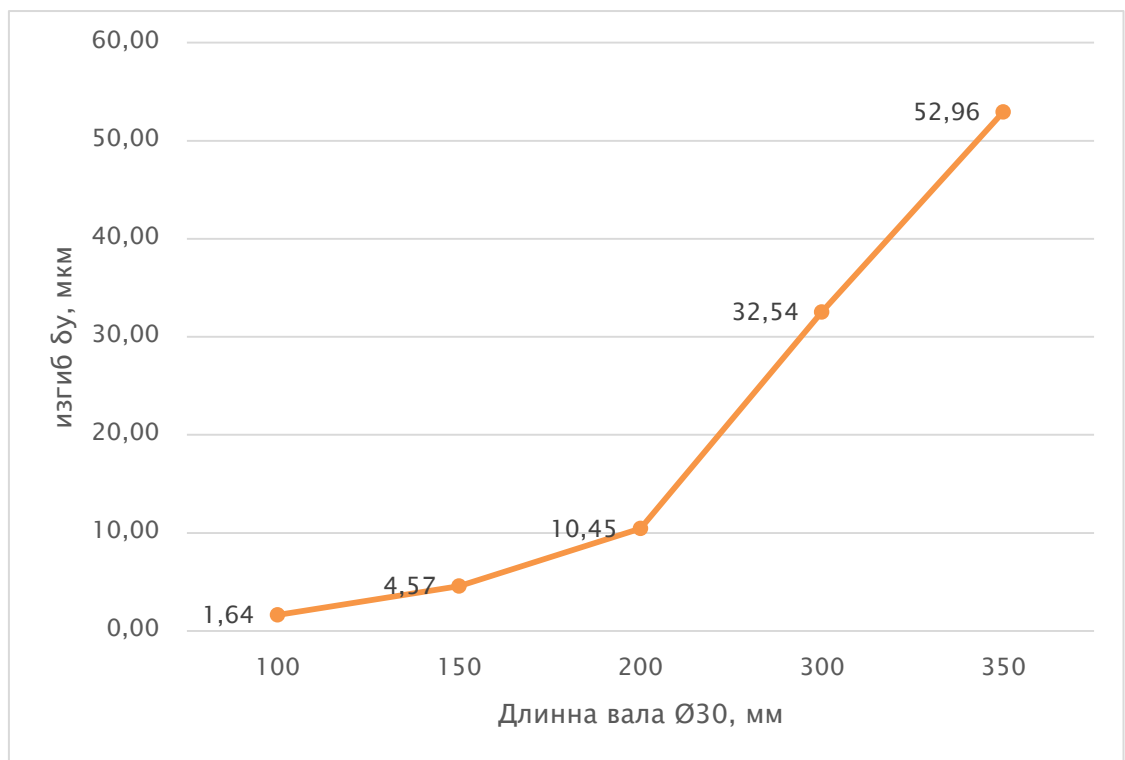


Рис. 3. График результатов средних значений эксперимента

Данные проведенных экспериментов

Номер эксперимента m	Измерения n в эксперименте				
	1	2	3	4	5
1	$y_{1Э(100)}=1,03$	$y_{2Э(150)}=4,67$	$y_{3Э(200)}=11,3$	$y_{4Э(300)}=32,08$	$y_{5Э(350)}=53,01$
2	$y_{1Э(100)}=2,34$	$y_{2Э(150)}=4,32$	$y_{3Э(200)}=10,14$	$y_{4Э(300)}=33,2$	$y_{5Э(350)}=53,62$
3	$y_{1Э(100)}=1,64$	$y_{2Э(150)}=4,1$	$y_{3Э(200)}=9,6$	$y_{4Э(300)}=34,1$	$y_{5Э(350)}=54,05$
4	$y_{1Э(100)}=1,63$	$y_{2Э(150)}=4,17$	$y_{3Э(200)}=11,1$	$y_{4Э(300)}=32,04$	$y_{5Э(350)}=52,7,05$
5	$y_{1Э(100)}=1,58$	$y_{2Э(150)}=5,59$	$y_{3Э(200)}=10,1$	$y_{4Э(300)}=31,3$	$y_{5Э(350)}=51,4$

Вывод. Приведенные в контрольной работе результаты теоретических расчетов и результаты экспериментальных исследований будут использоваться для планирования эксперимента с минимальными затратами и для проведения обработки этих экспериментальных данных.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Ресурсы системы федеральных образовательных порталов:

1. Федеральный портал. Российское образование, <http://www.edu.ru/>
2. Российский образовательный портал, <http://www.school.edu.ru/default.asp>

Научно-техническая библиотека НГТУ

<https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>

Электронная библиотека «Первокурсник» Института ИПТМ:

<https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy#collapse2411>

ЭК книг и периодических изданий

<https://library.nntu.ru/megapro/web>

Библиотека электронных учебников

<http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>

Реферативные журналы

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/library/resurvsy/ref_gyrnal_16.pdf

7.2. Перечень информационных справочных систем

Таблица 9 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных техниче-

ских средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение – синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную, информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
	Планирование эксперимента и обработка данных	Лабораторные и практические занятия Лаборатория резания материалов (4102)	Проектор, ноутбук, экран; - Станок токарно-винторезной 1К62; - Станок токарно-винторезной 1Е61М; - Вертикально- сверлильный станок 2А125; - Токарно- револьверный прутковый полуавтомат; - Станок вертикально- фрезерный с ЧПУ 6Р13Ф3-37

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее – ЭИОС).

При преподавании дисциплины «Планирование эксперимента и обработка дан-

ных», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На практических и лабораторных занятиях приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме **зачета с оценкой (2 сем.)** с учетом текущей успеваемости.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс не предусмотрен.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических и лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий, отчетов по лабораторным работам и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов **практических и лабораторных работ** по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в **Разделе 6**.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере. Через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» можно воспользоваться ресурсами электронной информационно-образовательной среды университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системы (ЭБС), где в электронном виде размещены учебные и учебно-методические материалы.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая:

- отчет по практическим работам;
- отчет по лабораторным работам
- контрольная самостоятельная работа;
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса;
- зачет с оценкой.

11.1.1. Типовые задания для лабораторных и практических работ

Типовые задания для лабораторных работ приведены в учебно-методических пособиях по проведению лабораторных работ [6.2.8 - 6.2.13]. Задания выдает руководитель, задание соответствует теме научной работы магистра.

Лабораторная работа на тему «Метод средних квадратов»

Пример. В результате эксперимента была установлена зависимость стоимости от точности обработки, где x – точность (мкм), y – стоимость (руб), z – номер опыта. Всего выполнено 10 измерений, которые представлены в табл. 1

Таблица 1

Экспериментальные исходные данные

Точность, мкм	X	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Стоимость, руб.	Y	1,1	0,5	0,32	0,25	0,21	0,19	0,17	0,16	0,15	0,15
Номер опыта	Z	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Цель работы: по экспериментальным данным определить коэффициенты полинома и эмпирическую формулу.

Для подбора эмпирической формулы можно выбрать полином:

$$y = A_0 + A_1x + A_2x^2.$$

Путем подстановки в это уравнение значений получим систему начальных уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} A_0 + 5A_1 + 25A_2 - 1,1 = \varepsilon_1 \\ A_0 + 10A_1 + 100A_2 - 0,5 = \varepsilon_2 \\ A_0 + 15A_1 + 225A_2 - 0,32 = \varepsilon_3 \\ A_0 + 20A_1 + 400A_2 - 0,25 = \varepsilon_4 \\ A_0 + 25A_1 + 625A_2 - 0,21 = \varepsilon_5 \\ A_0 + 30A_1 + 900A_2 - 0,19 = \varepsilon_6 \\ A_0 + 35A_1 + 1225A_2 - 0,17 = \varepsilon_7 \\ A_0 + 40A_1 + 1600A_2 - 0,16 = \varepsilon_8 \\ A_0 + 45A_1 + 2025A_2 - 0,15 = \varepsilon_9 \\ A_0 + 50A_1 + 2500A_2 - 0,15 = \varepsilon_{10} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} 3A_0 + 30A_1 + 350A_2 = 1,92 \\ 3A_0 + 75A_1 + 1925A_2 = 0,65 \\ 4A_0 + 170A_1 + 7350A_2 = 0,63 \end{array} \right.$$

Наилучшим будет вариант, где $\sum \varepsilon \approx 0$

Решаем систему уравнений, выражаем из 1-го уравнения A_0 :

$$A_0 = (1,92 - 30A_1 - 350A_2)/3$$

Подставляем A_0 во 2-е уравнение:

$$\begin{aligned}
3((1,92 - 30A_1 - 350A_2)/3) + 75A_1 + 1952A_2 &= 0,65 \\
1,92 - 30A_1 - 350A_2 + 75A_1 + 1925A_2 &= 0,65 \\
45A_1 + 1575A_2 &= -1,27 \\
A_1 &= (1,27 - 1575A_2)/45
\end{aligned}$$

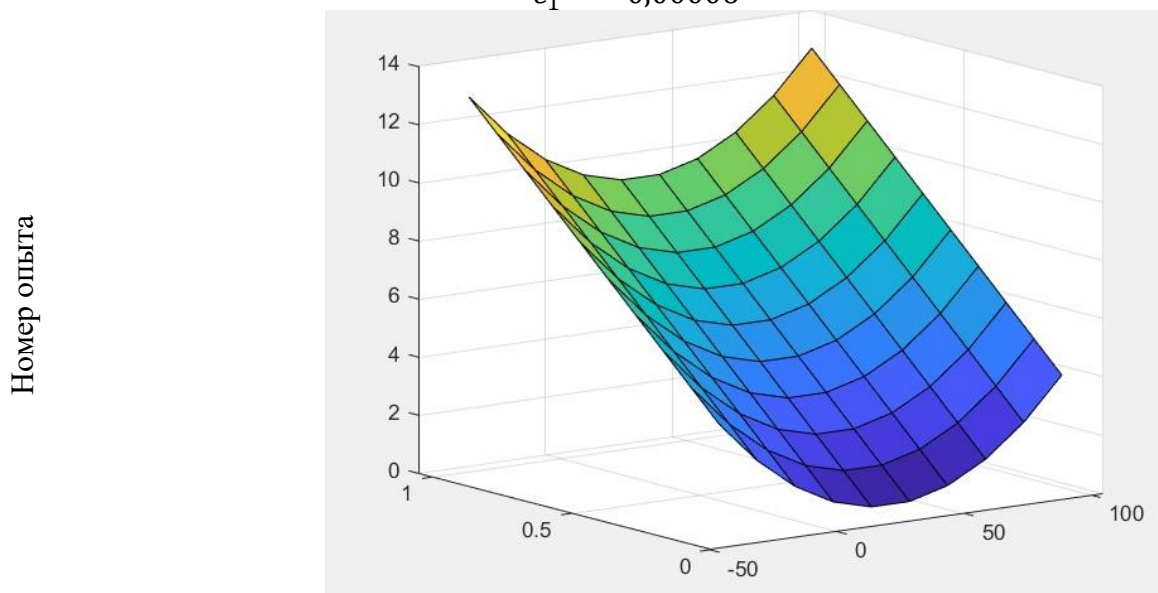
Подставляем A_0 и A_1 в 3-е уравнение:

$$\begin{aligned}
4(1,92 - 30(1,27 - 1575A_2)/45 - 350A_2)/3 + 7350A_2 &= 0,63 \\
A_2 &= 0,00083
\end{aligned}$$

Тогда A_1 будет равно: $A_1 = \frac{1,27 - 1575A_2}{45} = -0,06$

A_0 получается следующим: $A_0 = \frac{1,92 - 30A_1 - 350A_2}{3} = 1,177$

Проведем проверку: $1,177 + 5 * 0,06 - 25 * 0,00083 - 1,1 = \varepsilon_1$
 $\varepsilon_1 = -0,00006$



Стоимость обработки, руб.

Точность обработки, мкм

Рис. 1. График зависимости стоимости от точности обработки десяти экспериментов

Вывод: Ошибка $\varepsilon = 0,00006$, это значит, что полученные значения A_0 , A_1 , A_2 близки к правде, следовательно уравнение полинома примет вид: $y = 1,177 + 0,06x - 0,00083 * x^2$

Лабораторная работа на тему «Метод наименьших квадратов»

Цель работы: провести обработку экспериментальных данных зависимости влияния длины обрабатываемой детали (L) на величину прогиба (δ_y), методом наименьших квадратов.

Экспериментальные данные

Длина L , мм	100	150	200	300	350	400
Величина прогиба δ_y , мкм	1,03	4,67	11,3	32,08	53,01	77,68



Рис. 1. Диаграмма экспериментальных данных

Определить: Коэффициенты a_1 и a_2 в уравнении

$$K_p = a_1 + a_2 x$$

Так как требуется определить два параметра, то система уравнений может быть представлена в виде двух уравнений

$$\begin{cases} y = a_1 x_1 + a_2 u_2, \\ y u_2 = a_1 x_1 u_2 + a_2 u_2^2, \end{cases}$$

где, $y = K_p$; $x_1 = 1$; $u_2 = x$

Результаты опытов

Результаты расчета				
	u2=ц	y=Kp	u2 ²	y*u2
	100	1,03	10000	103
	150	4,67	22500	700,5
	200	11,3	40000	2260
	300	32,08	90000	9624
	350	53,01	122500	18554
	400	77,68	160000	31072
Итого	1500	179,77	445000	62313

то систему нормальных уравнений можно записать в виде

$$\begin{cases} 179,77 = 6a_1 + 1500a_2 \\ 62313 = 1500a_1 + 445000a_2 \end{cases}$$

Решим это уравнение.

$$a_1 = -32; \quad a_2 = 0,248$$

Следовательно, эмпирическая формула получит вид:

$$K_p = 0,248x - 32$$

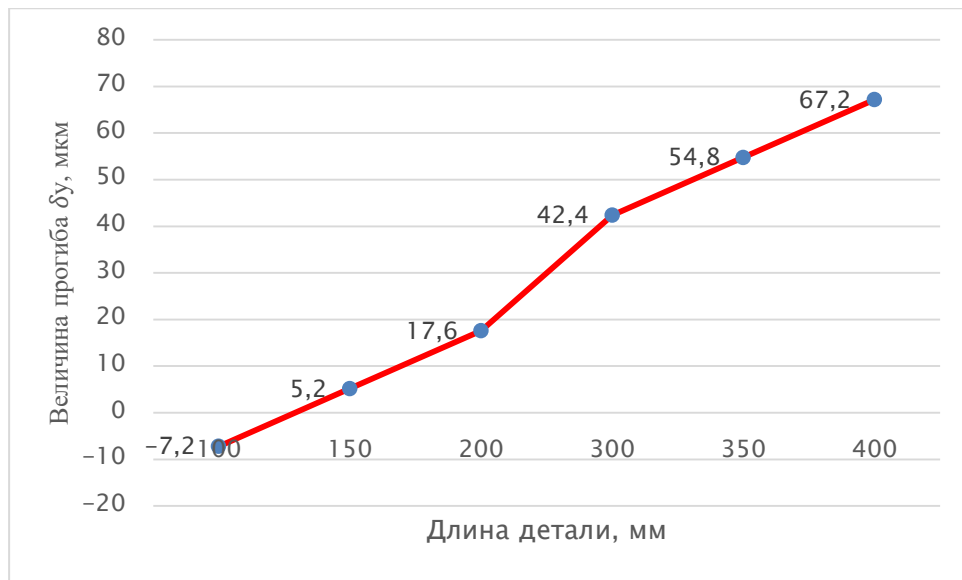


Рис. 2. Диаграмма расчетной форму $K_p = 0,248\text{ц} - 32$

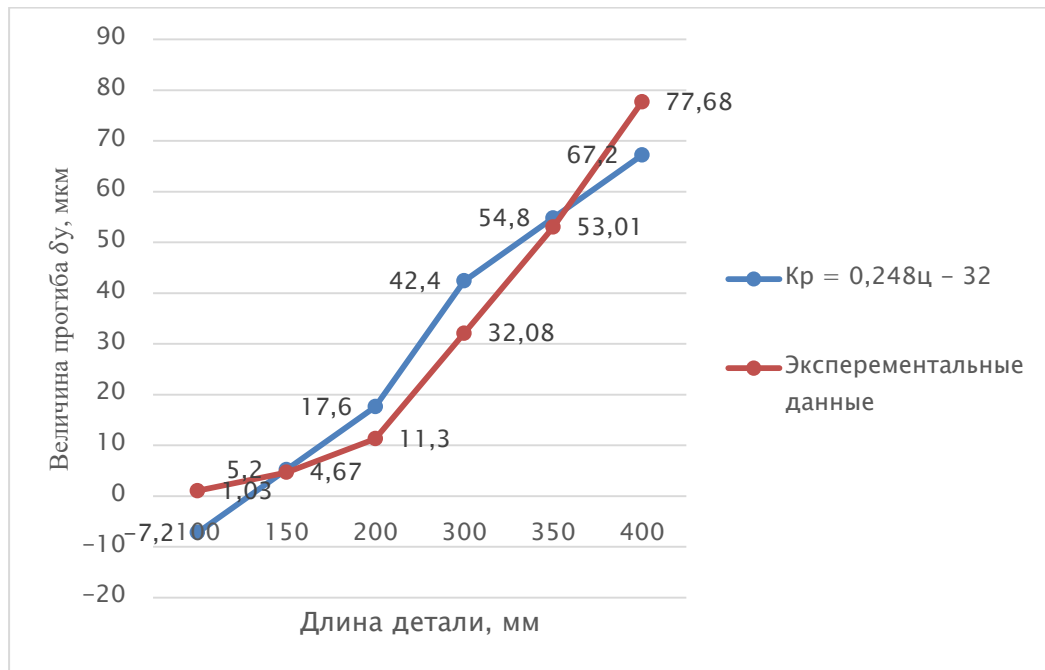


Рис. 3. Наложение экспериментальных данных на расчетную функцию $K_p = 0,248\text{ц} - 32$

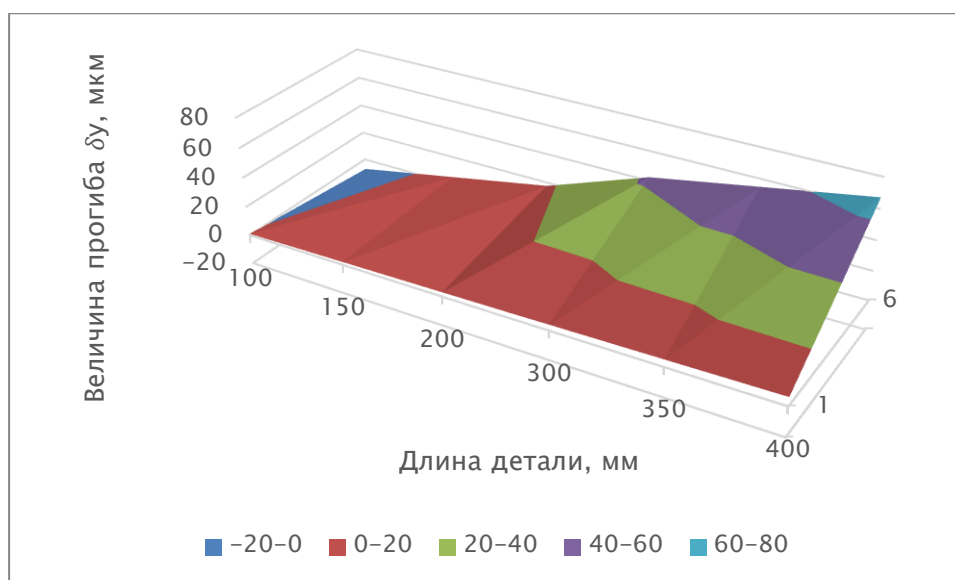


Рис.4. График 3D функции $K_p = 0,248L - 32$

Вывод: в поделанной работе приобрел навыки обработки экспериментальных данных с использованием метода наименьших квадратов. в результате чего получена эмпирическая формула $K_p = 0,248L - 32$ зависимости влияния длины обрабатываемой детали (L) на величину прогиба (δ_y).

Типовые задания для практических работ приведены в учебно-методических пособиях по проведению практических работ [6.2.1 - 6.2.8]. Задания выдает руководитель, задание соответствует теме научной работы магистра.

11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета с оценкой

1. Что такое корреляционное поле, его графическая интерпретация?
2. Как по форме корреляционного поля судить о наличии корреляционной связи?
3. Что характеризует коэффициент корреляции?
4. Что характеризует коэффициент детерминации?
5. Какова связь между коэффициентами корреляции и детерминации?
6. Что необходимо для проведения корреляционного анализа?
7. В чем заключается сущность корреляционного анализа данных?
8. На чем основаны методы оценки адекватности?
9. Установление адекватности – это?
10. По каким параметрам и как оценивается адекватность математической модели?
11. Критерий Фишера, какие критерии еще известны?
12. По какой формуле вычисляют опытный критерий Фишера?
13. Как по табличным данным найти теоретический критерий Фишера?
14. Метод средних квадратов основан
15. Порядок расчета коэффициентов полинома в методе средних квадратов.
16. Для чего группируются и как начальные условия в методе средних квадратов?
17. Суть метода наименьших квадратов.
18. Какую систему уравнений необходимо решить при нахождении неизвестных параметров методом наименьших квадратов?
19. Обоснуйте обеспечение достаточно надежных результатов при методе наименьших

квадратов.

20. Когда возникает необходимость в подборе эмпирических формул?
21. Из каких этапов состоит процесс подбора эмпирических формул?
22. График определения параметров при подборе эмпирических формул, приведите пример.
23. Как определяется ошибка наладчика?
24. Как строятся кривые практического и теоретического распределения?
25. Особенности использования статистических методов исследования.
26. Какие методы исследования точности операций применяются?
27. Как определяется ошибка наладчика?
28. Как строятся кривые практического и теоретического распределения?
29. Особенности использования статистических методов исследования.
30. Какие методы исследования точности операций применяются?
31. Что характеризует дисперсия?
32. Что называется доверительным интервалом?
33. Что называется доверительной вероятностью?
34. Что значит установить минимальное число измерений?
35. Какова последовательность установления малого числа измерений?
36. Назовите наиболее простой способ исключения грубой ошибки измерения?
37. Когда используется критерий Романовского?
38. Как повлияет повышение точности измерений на проведение опытов?
39. как установить оптимальную область измерений в зависимости от относительной ошибки измерений?
40. Проверка ответственного эксперимента включает какие проверки?
41. Когда применяется критерий Корхена?
42. Какие критерии целесообразно применять при больших выборках?
43. Когда применяется критерий Пирсона?
44. Какой критерий чаще всего используется для конкретных математических моделей?
45. Что значит рандомизация при планировании эксперимента?
46. Перечислите концепции методов математического планирования эксперимента.

11.1.3. Типовые тестовые задания для текущего контроля

::Вопрос 1:: Какова связь между коэффициентами корреляции и детерминации?

{
~Равны между собой
~Кратны
=Один равен квадрату другого
~Нет связи
}

::Вопрос 2:: При обработке результатов эксперимента методом средних квадратов наилучшим будет вариант при разности отклонений равным:

{
~ $\sum \varepsilon \approx 1$.
= $\sum \varepsilon \approx 0$.
~ $\sum \varepsilon \approx 2$.
~ $\sum \varepsilon \approx 3$.
}

::Вопрос 3:: Когда возникает необходимость в подборе эмпирических формул?

- {
- =Другие методы не применимы.
- ~Нет результатов.
- ~Большая выборка.
- ~Малая выборка.

Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
не менее 90 или указывают конкретное количество тестовых заданий	30	30

Полный фон оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО e-Learning.

В ходе подготовки к текущему контролю обучающимся предоставляется возможность пройти тест самопроверки. Тест для самопроверки по дисциплине размещен в СДО *e-Learning* НГТУ в свободном для студентов доступе.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИПТМ

«__» _____ 2021 г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

«_____»
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров

Направление: {шифр – название} _____

Направленность: _____

Форма обучения _____

Год начала подготовки: _____

Курс _____

Семестр _____

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20__ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

- 1)
- 2)
- 3)

Разработчик (и): _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание) «__» _____ 2021г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ОиЯФ
_____ протокол № _____ от «__» _____ 2021г.

Заведующий кафедрой _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой МТО: _____ «__» _____ 2021г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» _____ 2021г.
