

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики  
Кафедра технологии машиностроения и инженерного консалтинга

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и  
инженерной механики

Могильная Е.П.

« 18 » 04 2023 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ  
В ОТРАСЛИ (ОБЛАСТИ ЗНАНИЙ)»

По направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение

Магистерская программа: «Обработка металлов по спецтехнологиям»

Луганск - 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Математическое моделирование систем и процессов в отрасли (области знаний)» по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение. – 22 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Математическое моделирование систем и процессов в отрасли (области знаний)» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «14» августа 2020 года № 1025.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Старший преподаватель Ефимов А.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры технологии машиностроения и инженерного консалтинга «14» 04 2023 года, протокол № 9

Заведующий кафедрой технологии машиностроения и инженерного консалтинга \_\_\_\_\_ Витренко В.А.

Переутверждена: «  » \_\_\_\_\_ 20   г., протокол № \_\_\_\_\_

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики «18» 04 2023 года, протокол № 3

Председатель учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики Ясуник С.Н. Ясуник С.Н.

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины «Математическое моделирование систем и процессов в отрасли (области знаний)» - подготовка студентов к производственно-технологической работе в области механосборочного производства с применением современных инструментальных средств проектирования технологических процессов, компьютерного моделирования и анализа сложных технических систем с целью обеспечения изготовления конкурентоспособной продукции.

Задачи: ознакомление с основными компьютерными технологиями, применяемыми в машиностроении, их назначением и технологическими возможностями, изучение методов планирования и обработки данных экспериментов, ознакомление с передовым отечественным и зарубежным опытом в области компьютерных технологий, применяемых в технологии машиностроения

### 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование систем и процессов в отрасли (области знаний)» входит в модуль общих дисциплин, обязательной части блока дисциплин.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Основы технологии машиностроения», «Основы CAD/CAM систем», «Основы современных информационных технологий», «Прикладные программы в инженерном проектировании» и служит основой для выполнения магистерской диссертации и научно-исследовательских работ.

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-5. Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	ОПК-5.1. Знает аналитические и численные методы при создании математических моделей. ОПК-5.2. Умеет разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов.	знать: классификацию компьютерных технологий, применяемых в технологии машиностроения, основное назначение компьютерных технологий, область применения, основные возможности легких САПР, методику выполнения 3D-модели детали, правила заполнения технологических карт операций механической обработки деталей;
		уметь: выполнить простейшую программу для расчета статистических характеристик выборки в программе Excel, заполнить технологические карты в электронном виде, выполнить простейшие 3D-модели деталей, работать со встроенными в CAD

		системы библиотеками, самостоятельно анализировать профильную научно-техническую информацию, необходимую для проектирования технологических операций.
		владеть: навыками работы в пакетах прикладных программ, применяемых для технологического проектирования, навыком предварительной алгоритмизации и рационального подхода к проектированию технологического процесса.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

1 Семестр (2 Семестр для заочной формы)

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>144</b> <b>(4,0 зач. ед)</b>	<b>144</b> <b>(4,0 зач. ед)</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>60</b>	<b>8</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	30	4
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	30	4
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>84</b>	<b>136</b>
Форма аттестации	зачет	зачет

##### 4.2. Содержание разделов дисциплины

1 Семестр (2 Семестр для заочной формы)

Тема 1. Жизненный цикл изделия и его структура.

Тема 2. Обеспечение управления жизненным циклом изделия.

Тема 3. PLM-системы.

Тема 4. CALS-технология.

Тема 5. PLM-системы в машиностроении.

Тема 6. Системы САПР: CAD/CAM/CAE.

Тема 7. Системы PDM Система управления проектными данными или единая система документооборота (PDM).

Тема 8. Системы ERP, MRP MRP - системы планирования производственных ресурсов, ERP - система планирования ресурсов предприятия.

Тема 9. Элементы управления качеством технологического процесса при помощи компьютерных технологий.

Тема 10. Управление надежностью технологического процесса с помощью статистического анализа.

Тема 11. Решение задач оптимизации с помощью компьютерных технологий.

Тема 12. Моделирование систем с помощью системы Matlab.

### 4.3. Лекции

#### 1 Семестр

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Жизненный цикл изделия и его структура.	2	1
2	Обеспечение управления жизненным циклом изделия.	2	
3	PLM-системы.	2	
4	CALS-технология.	2	1
5	PLM-системы в машиностроении.	2	
6	Системы САПР: CAD/CAM/CAE.	2	
7	Системы PDM Система управления проектными данными или единая система документооборота (PDM).	2	
8	Системы ERP, MRP MRP - системы планирования производственных ресурсов, ERP - система планирования ресурсов предприятия.	2	
9	Элементы управления качеством технологического процесса при помощи компьютерных технологий.	2	1
10	Управление надежностью технологического процесса с помощью статистического анализа.	2	
11	Решение задач оптимизации с помощью компьютерных технологий.	4	1
12	Моделирование систем с помощью системы Matlab.	6	
<b>Итого:</b>		<b>30</b>	<b>4</b>

### 4.4. Практические занятия

#### 1 Семестр

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Решение задачи об исключении возможных выбросов и определение границ доверительного интервала для среднего в заданной выборке средствами программы Excel.	5	1
2	Оформление технологических карт на операцию механической обработки в электронном виде.	5	1
3	Построение 3D-моделей деталей в пакете T-Flex с формированием проекционного чертежа.	5	1
4	Построение 3D-модели сборочной единицы в пакете T-Flex с	5	

	формированием проекционного чертежа и спецификации.		
5	Решение задачи об исключении возможных выбросов и определение границ доверительного интервала для среднего в заданной выборке средствами пакета MathCAD.	5	1
6	Построение регрессионной модели для описания функции, представленной последовательностью экспериментальных точек, средствами пакета MathCAD.	5	
<b>Итого:</b>		<b>30</b>	<b>4</b>

#### 4.5. Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

1 Семестр (2 Семестр для заочной формы)

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Жизненный цикл изделия и его структура.	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к зачету	7	12
2	Обеспечение управления жизненным циклом изделия.		7	12
3	PLM-системы.		7	11
4	CALS-технология.		7	11
5	PLM-системы в машиностроении.		7	11
6	Системы САПР: CAD/CAM/CAE.		7	12
7	Системы PDM Система управления проектными данными или единая система документооборота (PDM).		7	11
8	Системы ERP, MRP MRP - системы планирования производственных ресурсов, ERP - система планирования ресурсов предприятия.		7	11
9	Элементы управления качеством технологического процесса при помощи компьютерных технологий.		7	11
10	Управление надежностью технологического процесса с помощью статистического анализа.		7	11
11	Решение задач оптимизации с помощью компьютерных технологий.		7	11
12	Моделирование систем с помощью системы Matlab		7	12
<b>Итого:</b>			<b>84</b>	<b>136</b>

**4.7. Курсовые работы/проекты** по дисциплине «Математическое моделирование систем и процессов в отрасли (области знаний)» не предполагаются учебным планом.

#### 5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Математическое моделирование систем и процессов в отрасли (области знаний)» используются следующие образовательные технологии:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;

– использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;

– технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;

– технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература:**

1. Куликов Д.Д., Яблочников Е.И., Бабанин В.С. Интеллектуальные программные комплексы для технической и технологической подготовки производства. Ч. 7. Системы проектирования технологических процессов. Учеб.-метод. пособ. СПб: СПбГУ ИТМО. 2011 г.

2. Пестрецов С.И. CALS-технологии в машиностроении: основы работы в CAD/CAE-системах: Учеб. пособ. Тамбов: Издательство ТГТУ. 2010 г.

3. Михайлов А.В., Расторгуев Д.А., Схиртладзе А.Г. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств. Старый Оскол: ТНТ, УМО. 2010 г.

### **б) дополнительная литература:**

1. Лагутин М.Б. Наглядная математическая статистика: учеб. пособ. - 2-е изд., испр. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2009 г.

2. А.П. Бабичев и др. Теория вероятностей в решении технологических задач (на примере вибрационной обработки в гранулированных средах): учеб. пособие. Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ. 2013 г.

### **в) интернет-ресурсы:**

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

#### **Электронные библиотечные системы и ресурсы**

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>

#### **Информационный ресурс библиотеки образовательной организации**

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – Режим доступа: URL: <http://biblio.dahluniver.ru/>

### **7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Освоение дисциплины «Научные основы энергетического воздействия в процессах обработки» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

#### **Программное обеспечение:**

<b>Функциональное назначение</b>	<b>Бесплатное программное обеспечение</b>	<b>Ссылки</b>
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>

## 8. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Математическое моделирование систем и процессов в отрасли (области знаний)»

#### Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-5.	Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	ОПК-5.1. Знает аналитические и численные методы при создании математических моделей.	Тема 1. Жизненный цикл изделия и его структура. Тема 2. Обеспечение управления жизненным циклом изделия. Тема 3. PLM-системы. Тема 4. CALS-технология. Тема 5. PLM-системы в машиностроении. Тема 6. Системы САПР: CAD/CAM/CAE. Тема 7. Системы PDM Система управления проектными данными или единая система документооборота (PDM). Тема 8. Системы ERP, MRP MRP - системы планирования производственных ресурсов, ERP - система планирования ресурсов предприятия. Тема 9. Элементы управления качеством технологического процесса при помощи компьютерных технологий. Тема 10. Управление надежностью технологического процесса с помощью статистического анализа. Тема 11. Решение задач	1

			<p>оптимизации с помощью компьютерных технологий.</p> <p>Тема 12. Моделирование систем с помощью системы Matlab.</p>	
		<p>ОПК-5.2. Умеет разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов.</p>	<p>Тема 1. Жизненный цикл изделия и его структура.</p> <p>Тема 2. Обеспечение управления жизненным циклом изделия.</p> <p>Тема 3. PLM-системы.</p> <p>Тема 4. CALS-технология.</p> <p>Тема 5. PLM-системы в машиностроении.</p> <p>Тема 6. Системы САПР: CAD/CAM/CAE.</p> <p>Тема 7. Системы PDM Система управления проектными данными или единая система документооборота (PDM).</p> <p>Тема 8. Системы ERP, MRP MRP - системы планирования производственных ресурсов, ERP - система планирования ресурсов предприятия.</p> <p>Тема 9. Элементы управления качеством технологического процесса при помощи компьютерных технологий.</p> <p>Тема 10. Управление надежностью технологического процесса с помощью статистического анализа.</p> <p>Тема 11. Решение задач оптимизации с помощью компьютерных технологий.</p> <p>Тема 12. Моделирование систем с помощью системы Matlab.</p>	1

**Показатели и критерии оценивания компетенций,  
описание шкал оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	ОПК-5.1. Знает аналитические и численные методы при создании математических моделей.	<p>знать: основные возможности легких САПР, методику выполнения 3D-модели детали, правила заполнения технологических карт операций механической обработки деталей;</p> <p>уметь: выполнить простейшую программу для расчета статистических характеристик выборки в программе Excel, самостоятельно анализировать профильную научно-техническую информацию, необходимую для проектирования технологических операций.</p> <p>владеть: навыками работы в пакетах прикладных программ, применяемых для технологического проектирования, навыком предварительной алгоритмизации и рационального подхода к проектированию технологического процесса.</p>	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9. Тема 10. Тема 11. Тема 12.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно), задания для практических занятий, зачет
ОПК-5.2. Умеет разрабатывать		<p>знать: основные возможности легких САПР, методику</p>	Тема 1. Тема 2. Тема 3.	Вопросы для комбинированного контроля	

	аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов.	выполнения 3D-модели детали, правила заполнения технологических карт операций механической обработки деталей; уметь: выполнить простейшую программу для расчета статистических характеристик выборки в программе Excel, самостоятельно анализировать профильную научно-техническую информацию, необходимую для проектирования технологических операций. владеть: навыками работы в пакетах прикладных программ, применяемых для технологического проектирования, навыком предварительной алгоритмизации и рационального подхода к проектированию технологического процесса.	Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9. Тема 10. Тема 11. Тема 12.	усвоения теоретического материала (устно или письменно), задания для практических занятий, зачет
--	--	---	--	--

**Фонды оценочных средств по дисциплине «Научные основы энергетического воздействия в процессах обработки»**

**Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно)**

1. Понятие моделирования. Физические и абстрактные модели.
2. Виды моделирования.
3. Прогнозирование. Группы прогнозирования.
4. Компьютерное моделирование.
5. Модель «черный ящик». Способы исследования.
6. Точность и адекватность абстрактных моделей.

7. Случайные величины и характеристики их распределения.
8. Характеристики нормального и экспоненциального законов распределения.
9. Понятие моментов распределения. Первый, второй и третий моменты.
10. Планирование экспериментов.
11. Полный факторный эксперимент.
12. Методы планирования экспериментов.
13. Метод наименьших квадратов.
14. Имитационное моделирование.
15. Структуры моделирующих алгоритмов имитационного моделирования.
16. Пример построения имитационного алгоритма.
17. Программные средства моделирования процессов машиностроения.
18. Метод статистических испытаний.
19. Отражение параллельных процессов в имитационном моделировании.
20. Способы разыгрывания случайной величины.
21. Моделирование систем массового обслуживания.
22. Использование ЭВМ для моделирования.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
*комбинированный контроль усвоения теоретического материала*

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

### **Задания по практическим занятиям**

Подготовка к практическим занятиям осуществляется по конспекту лекций по соответствующим разделам. Варианты заданий (номера) выдаются преподавателем.

#### **Практическое занятие № 1.**

##### **Исключение возможных выбросов и определение границ доверительного интервала для среднего в заданной выборке**

*Для данной выборки значений выходного параметра процесса, полученной дублированием эксперимента при неизменных значениях управляющих факторов, исключить выбросы, определить числовые характеристики выборки, построить доверительный интервал для математического ожидания.*

1. Определить наличие “выбросов” в представленной выборке и при наличии таковых исключить их из дальнейших расчетов.

Запишите все элементы выборки в порядке возрастания их значений. Определите величину критического значения для определения выброса по формуле

$$r_{10} = \frac{x_2 - x_1}{x_n - x_1},$$

где:  $x_1, x_2, x_n$  – значения первого, второго и последнего элементов выборки, расположенных в порядке возрастания значений. Сравните величину  $r_{10}$  с критическим значением (таблица 1). В случае, если  $r_{10}$  меньше критического значения -  $x_1$  не является выбросом, а если  $r_{10}$  больше критического значения -  $x_1$  является выбросом и его необходимо исключить из дальнейших расчетов.

Таблица 1. Критические значения для проверки выбросов (экстремальное значение)

Число опытов	Доверительная вероятность Р	
	0.95	0.99
3	0.941	0.988
4	0.765	0.889
5	0.642	0.780
6	0.560	0.698
7	0.507	0.637
8	0.554	0.683

Запишите все элементы выборки в порядке убывания их значений. Определите величину критического значения для определения выброса по формуле

$$r_{10} = \frac{x_2 - x_1}{x_n - x_1},$$

где:  $x_1, x_2, x_n$  – значения первого, второго и последнего элементов выборки, расположенных в порядке убывания значений.

Сравните величину  $r_{10}$  с критическим значением (таблица 1). В случае, если  $r_{10}$  меньше критического значения -  $x_1$  не является выбросом, а если  $r_{10}$  больше критического значения -  $x_1$  является выбросом и его необходимо исключить из дальнейших расчетов.

2. Определить максимальное и минимальное значение выборки, моду, размах выборки и среднее арифметическое значение.

Определите минимальное и максимальное значение выборки  $x(\min)$  и  $x(\max)$ . Определите моду выборки – наиболее часто встречающееся значение выборки (обозначается  $\langle x \rangle$ ). Определите размах выборки  $R=x(\max)-x(\min)$ . Определите среднее арифметическое значение выборки по формуле:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i,$$

где:  $x_i$  – значения элементов выборки,  $n$  – количество элементов в выборке.

3. Определите выборочную дисперсию по формуле:

$$D = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2,$$

где:  $x_i$  – значения элементов выборки,  $n$  – количество элементов в выборке.

4. Определить значения верхней и нижней границ доверительного интервала для заданной доверительной вероятности.

Пользуясь таблицей 2, выпишите значение процентных точек t-распределения Стьюдента ( $t_n =$ ).

Таблица 2. Процентные точки t-распределения Стьюдента.

v	Доверительная вероятность P	
	0.95	0.99
1	6.314	31.82
2	2.920	6.965
3	2.353	4.541
4	2.132	3.747
5	2.015	3.365
6	1.943	3.143
7	1.895	2.998
8	1.860	2.896

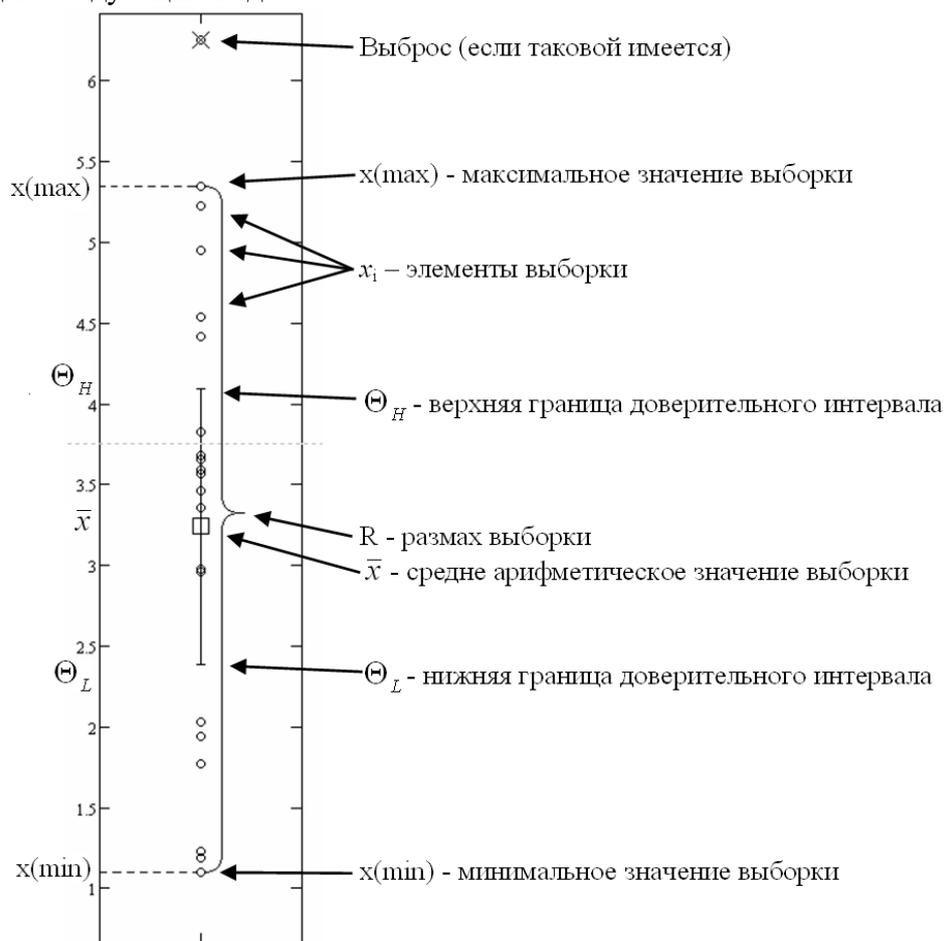
Определите значения верхней  $\Theta_H$  и нижней  $\Theta_L$  границ доверительного интервала по формулам:

$$\Theta_H = \bar{x} + \frac{t_n \cdot D}{\sqrt{n}}, \quad \Theta_L = \bar{x} - \frac{t_n \cdot D}{\sqrt{n}},$$

где:  $\bar{x}$  - среднее арифметическое значение выборки,  $t_n$  - процентные точки t-распределения Стьюдента,  $D$  - дисперсия,  $n$  - количество элементов выборки.

5. Отобразить на графике все элементы и характеристики выборки.

В результате проделанной работы все полученные величины необходимо нанести на график, имеющий следующий вид:



Рассмотрим пример.

В предложенной выборке исключите возможные выбросы и найдите доверительный интервал для среднего. Доверительная вероятность  $P=0,99$ .

Выборка						P
26,5	28,6	24,7	26,8	25,0	20,0	0,99

*Решение*

Запишем все элементы выборки в порядке возрастания их значений.

20,0	24,7	25,0	26,5	26,8	28,6
------	------	------	------	------	------

Определим величину критического значения для определения выброса

$$r_{10} = \frac{24,7 - 20,0}{28,6 - 20,0} = 0,546$$

Сравним величину  $r_{10}$  с критическим значением из таблицы. Для выборки из семи элементов и  $P=0,99$   $r_{10}=0,546$ . Так как  $r_{10}$  меньше критического значения 0,698,  $x_1=20$  не является выбросом.

Запишем все элементы выборки в порядке убывания их значений.

28,6	26,8	26,5	25,0	24,7	20,0
------	------	------	------	------	------

Определим величину критического значения для определения выброса

$$r_{10} = \frac{26,8 - 28,6}{20,0 - 28,6} = 0,21$$

Сравним величину  $r_{10}$  с критическим значением из таблицы. Для выборки из семи элементов и  $P=0,99$   $r_{10}=0,21$ . Так как  $r_{10}$  больше критического значения 0,698,  $x_1=28,6$  не является выбросом.

Определим минимальное и максимальное значение выборки  $x(\min)=20$  и  $x(\max)=28,6$ . Определим моду выборки – наиболее часто встречающееся значение выборки  $\langle x \rangle$ . Определим размах выборки  $R=x(\max)-x(\min)=28,6-20=8,6$ .

Определим среднее арифметическое значение выборки по формуле:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{6} \cdot (26,5 + 28,6 + 24,7 + 26,8 + 25,0 + 20,0) = 25,267$$

где:  $x_i$  – значения элементов выборки,  $n$  – количество элементов в выборке (после исключения выброса).

Определим выборочную дисперсию по формуле:

$$D = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{6} \cdot [(28,6 - 25,267)^2 + (26,8 - 25,267)^2 + (26,5 - 25,267)^2 + (25,0 - 25,267)^2 + (24,7 - 25,267)^2 + (20 - 25,267)^2] = 6,16$$

где:  $x_i$  – значения элементов выборки,  $n$  – количество элементов в выборке.

Определим значения верхней и нижней границ доверительного интервала для заданной доверительной вероятности  $P=0,99$ . Пользуясь таблицей 2, найдем значение процентных точек  $t$ -распределения Стьюдента ( $t_n = 3,143$ ).

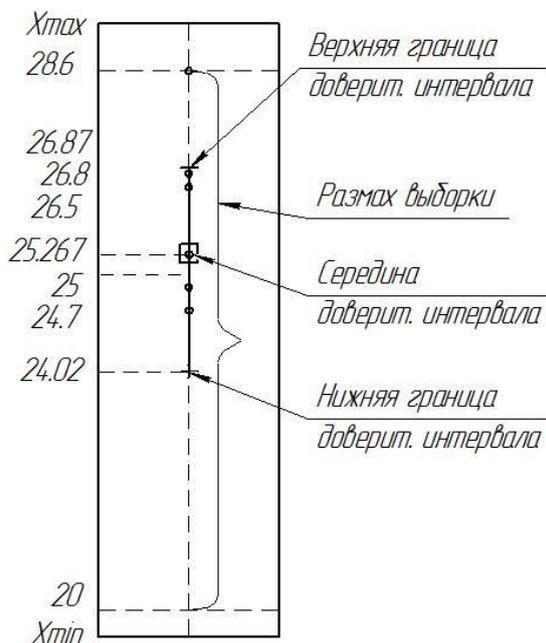
Определим значения верхней  $\Theta_H$  и нижней  $\Theta_L$  границ доверительного интервала по формулам:

$$\Theta_H = \bar{x} + \frac{t_n \cdot \sqrt{D}}{\sqrt{n}} = 25,267 + \frac{3,143 \cdot \sqrt{6,16}}{\sqrt{6}} = 26,87$$

$$\Theta_H = \bar{x} + \frac{t_n \cdot \sqrt{D}}{\sqrt{n}} = 25,267 - \frac{3,143 \cdot \sqrt{6,16}}{\sqrt{6}} = 24,02$$

где:  $\bar{x}$  - среднее арифметическое значение выборки,  $t_n$  - процентные точки t-распределения Стьюдента,  $D$  - дисперсия,  $n$  - количество элементов выборки.

Отообразим на графике все элементы и характеристики выборки.



#### Варианты заданий

В предложенной выборке исключите возможные выбросы и найдите доверительный интервал для среднего. Доверительная вероятность  $P$ .

№	Выборка	P
1	12.1; 9.41; 15.51; 12.16; 9.33; 10.06; 12.03	0.99
2	18.12; 17.79; 18.02; 18.06; 10.72; 26.65; 17.89	0.99
3	22.36; 22.15; 25.19; 12.25; 13.36; 14.37; 14.89	0.99
4	34; 18.5; 47; 46; 51; 49; 50	0.99
5	11.48; 19.27; 18.35; 15.67; 16.77; 16.32; 18.19	0.95
6	10.72; 13.38; 14.04; 15.87; 14.61; 13.1; 12.25	0.95
7	20.03; 17.57; 24.22; 24.68; 12.85; 11.81; 38.12	0.99
8	29.38; 14.5; 42.16; 32.36; 28.91; 29.23; 30.04	0.99
9	14.48; 19.22; 18.35; 15.67; 16.32; 18.19; 16.77	0.95
10	3.75; 4.51; 6.27; 15.21; 4.17; 5.23; 8.62	0.99
11	12.85; 20.03; 23.68; 36.18; 21.16; 17.57; 12.42	0.99
12	14.89; 14.36; 22.36; 13.36; 25.78; 28.19; 12.25	0.99
13	27.03; 27.18; 29.87; 26.89; 13.08; 35.33; 39.98	0.95
14	3.75; 15.21; 4.17; 8.62; 6.27; 5.23; 4.51	0.99
15	10.17; 20.29; 12.33; 19.68; 16.62; 15.57; 22.44	0.99
16	34; 48.5; 47; 46; 53; 49; 50	0.99
17	20.29; 22.31; 17.56; 19.68; 18.65; 10.17; 16.62	0.95
18	135; 169; 147; 164; 154; 150; 158	0.99
19	18; 17; 19; 19; 20; 17; 16	0.99
20	11,2;11;11,9;15;13;11,8;12,7	0.99
21	53,3;59;55,6;50,3;60,1;59,9;54,5	0.99
22	1,1;1,5;1,2;1,2;1,5;1,9;1,7;1,0	0.99

23	56;58;50;56;59;54;58;70	0.95
24	11,2;10,9;13,0;12,0;11,6;11,2	0.95
25	108;110;90;112;130;128;119;120	0.99
26	34;36;35;36;37;31;50;34	0.99
27	0,2;0,6;0,3;0,2;0,14;0,58;0,6;0,4	0.95
28	44;45;48;41;35;47;40	0.99
29	1;3;4;2;1;5;3;4	0.99
30	17;20;14;15;19;24;11;16	0.99
31	74;75;71;78;73;79;56;	0.95
32	3,5;3,6;3,1;3,0;4,0;3,8;3,0	0.99
33	1,5;1,9;1,5;1,6;2,0;0,5;1,0	0.99
34	64;65;62;76;59;60;68	0.99
35	88;82;79;96;80;86;81	0.95

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
задания по практическим занятиям**

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

**Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)**

1. Жизненный цикл изделия: общая характеристика, этапы.
2. Производство изделия как этап жизненного цикла изделия.
3. PLM-системы как системы, обеспечивающие управление всей информацией об изделии и связанных с ним процессах на протяжении всего его жизненного цикла.
4. Необходимость и цель создания PLM-систем. Основное назначение и функции PLM-систем.
5. Элементы PLM-систем в общем машиностроении: назначение, краткая характеристика.
6. Интеграция информационного пространства функционирования САПР, ERP, PDM, SCM, CRM и др. Автоматизированные системы управления ЖЦИ (привести пример).
7. Перспективы и основные направления развития PLM-систем
8. CALS-технология: общая характеристика, назначение, функции.
9. CALS-технология, как технология интеграции различных АС со своими лингвистическим, информационным, программным, математическим, методическим, техническим и организационным видами обеспечения.

10. Перспективы и основные направления развития CALS-технологий.
11. САПР: назначение, общая характеристика, область применения, классификация (легкие, средние, тяжелые САПР).
12. CAD/CAM/CAE: назначение, цели и задачи, решаемые каждой из систем.
13. Системы, наиболее часто используемые в отечественном машиностроении. Примеры легких (КОМПАС, ВЕРТИКАЛЬ), средних (SolidWorks) и тяжелых (NX, CATIA): их краткая характеристика, назначение, модули.
14. PDM: назначение, общая характеристика, область применения, цели и задачи PDM.
15. PDM как система управления проектными данными или единая система документооборота: составные элементы, связь с другими элементами управления жизненным циклом изделия. PDM система "SMARTTEAM".
16. Система планирования производственных ресурсов MRP: назначение, общая характеристика, область применения, цели и задачи.
17. Система планирования ресурсов предприятия ERP: основное назначение, общая характеристика, область применения и решаемые задачи.
18. Управление надежностью технологического процесса с помощью статистического анализа.
19. Статистическая обработка результатов измерений с помощью компьютерных технологий.
20. Использование средств Excel, MathCAD и др. для обработки статистических данных. Приведите примеры.
21. Построение регрессионных моделей средствами MathCAD. Приведите примеры.
22. Решение задач оптимизации с помощью компьютерных технологий. Общая характеристика.
23. Постановка оптимизационной задачи. Критерий, параметр, целевая функция при решении задач оптимизации.
24. Методы решения оптимизационных задач. Алгоритмы численной оптимизации функциональной модели.
25. Градиентные методы оптимизации. Методы оптимизации Монте-Карло.
26. Программная реализация методов поиска оптимума в системах моделирования MathCAD и Matlab.
27. Система Matlab: характеристика, назначение, область применения.
28. Simulink как интерактивный инструмент для моделирования, имитации и анализа динамических систем.
29. Перспективы и основные направления развития систем CAD/CAM/CAE.
30. PLM-системы как системы, обеспечивающие управление всей информацией об изделии и связанных с ним процессах на протяжении всего его жизненного цикла.

31. Необходимость и цель создания PLM-систем. Основное назначение и функции PLM-систем.
32. Элементы PLM-систем в общем машиностроении: назначение, краткая характеристика.
33. Интеграция информационного пространства функционирования САПР, ERP, PDM, SCM, CRM и др. Автоматизированные системы управления ЖЦИ (привести пример).
34. Перспективы и основные направления развития PLM-систем
35. CALS-технология: общая характеристика, назначение, функции.
36. САПР: назначение, общая характеристика, область применения, классификация (легкие, средние, тяжелые САПР).
37. CAD/CAM/CAE: назначение, цели и задачи, решаемые каждой из систем.
38. Системы, наиболее часто используемые в отечественном машиностроении. Примеры легких (КОМПАС, ВЕРТИКАЛЬ), средних (SolidWorks) и тяжелых (NX, CATIA): их краткая характеристика, назначение, модули.
39. PDM: назначение, общая характеристика, область применения, цели и задачи PDM.
40. Постановка оптимизационной задачи. Критерий, параметр, целевая функция при решении задач оптимизации.
41. Методы решения оптимизационных задач. Алгоритмы численной оптимизации функциональной модели.
42. Градиентные методы оптимизации. Методы оптимизации Монте-Карло.
43. Программная реализация методов поиска оптимума в системах моделирования MathCAD и Matlab.
44. Система Matlab: характеристика, назначение, область применения.
45. Simulink как интерактивный инструмент для моделирования, имитации и анализа динамических систем.
46. CALS-технология, как технология интеграции различных АС со своими лингвистическим, информационным, программным, математическим, методическим, техническим и организационным видами обеспечения.

#### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – зачет

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
зачтено	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество

	<p>ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.</p> <p>Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.</p>
не зачтено	<p>Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.</p>

### Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)