

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

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
И.В. Макурин
2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б1.В.ДВ.1.1 «Методология и организация научных исследований»
к ОПОП ВО

Направление 15.06.01 – Машиностроение

Направленность

05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической
обработки


Форма обучения	очная
Технология обучения	традиционная
Трудоемкость дисциплины	4 ЗЕТ
Язык преподавания	русский

Комсомольск-на-Амуре 2018

Рабочая программа дисциплины «Методология и организация научных исследований» обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Технология машиностроения»

Протокол № 10 от
«03» 12 2018г.

Заведующий кафедрой
«Технология машиностроения»

 А.И. Пронин
«03» 12 2018г.

Рабочая программа дисциплины «Методология и организация научных исследований» обсуждена и одобрена на заседании совета ИКП МТО


Протокол № 3.1 от
«17» 12 2018г.

Председатель совета ИКП МТО

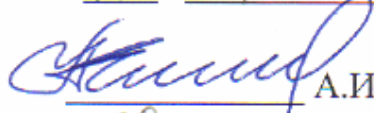
 Н.А. Саблин
«17» 12 2018г.

СОГЛАСОВАНО


Директор библиотеки

 И.А. Романовская
«18» 12 2018г.

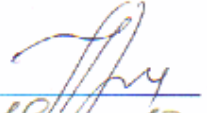
Проректор по науке и
инновационной работе

 А.И. Евстигнеев
«18» 12 2018г.

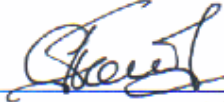
Начальник УМУ

 Е.Е. Поздеева
«18» 12 2018г.

Начальник ОПА НПК

 Е.В. Чепухалина
«18» 12 2018г.

Автор рабочей программы дисциплины
доцент, канд.техн.наук

 Н.А. Саблин
«03» 12 2018г.

Введение

Учебная дисциплина «Методология и организация научных исследований» входит в состав вариативной части учебного плана и является обязательной дисциплиной подготовки аспирантов направления 15.06.01 «Машиностроение» направленности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки очной формы обучения.

Данная рабочая программа по дисциплине «Методология и организация научных исследований» является базовым и руководящим документом для аспирантов указанного направления подготовки и преподавателей, которые ведут занятия по данной дисциплине. Рабочая программа предназначена для четкой ориентации и представления, чем конкретно предстоит заниматься при изучении и освоении данной дисциплины. Содержание программы охватывает основные положения дисциплины.

Структура рабочей программы соответствует ФГОС ВО по направлению подготовки 15.06.01 – Машиностроение, утвержденного приказом Минобрнауки РФ № 881 от 30 июля 2014 г. При изучении данной дисциплины у аспирантов должны сформироваться компетенции, необходимые для научной и научно-педагогической деятельности в области технологий и оборудования механической и физико-технической обработки, а также знания, умения и владения, необходимые в дальнейшей профессиональной деятельности, в том числе и для успешной сдачи кандидатского экзамена по указанной направленности подготовки.

Распределение нагрузки по часам для очной формы обучения при изучении дисциплины «Методология и организация научных исследований» показано в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение нагрузки для очной формы обучения

Вид нагрузки	Очная форма, объем в часах
Лекции	4
Самостоятельная работа	140
Общее количество часов	144

1 Пояснительная записка

1.1 Предмет, цели, задачи и принципы построения и реализация дисциплины

Предметом изучения данной дисциплины является основы методологии научных исследований в машиностроении, планирование проведения научных исследований, обработка результатов экспериментальных исследований, написание научных статей и другие формы апробации научных исследований в машиностроении.

Цель освоения дисциплины «Методология и организация научных ис-

следований» - овладение навыками научной работы, приобретение опыта в организации научно-практических исследований, выработка компетентностного подхода к использованию методов научного познания и применения логических законов и правил при проведении поисковых и научно-исследовательских работ.

Задачи дисциплины:

1 изучение факторов, необходимых для формулирования темы исследования;

2 формирование у аспирантов целостных теоретических представлений об общей методологии научного исследования;

3 ознакомление с общими требованиями, предъявляемыми к научным исследованиям, основам их планирования, организации;

4 изучение основ статистической обработки результатов экспериментов;

5 ознакомление с требованиями, предъявляемыми к оформлению различных исследовательских работ.

Построение курса «Методология и организация научных исследований» основывается на **принципах:**

Научность - при изучении теоретического материала, как во время аудиторных занятий, так и при самостоятельном изучении разделов курса, аспиранты, знакомятся с общей методологией научного исследования, с общими требованиями, предъявляемыми к научным исследованиям, основам их планирование, организации. Этому способствуют использование проблемных ситуаций, в том числе ситуаций личностного выбора, специальное обучение умению наблюдать явления, фиксировать и анализировать результаты наблюдений, вести научную дискуссию, доказывать свою точку зрения, работать с учебной и научной литературой.

преемственность - дисциплина «Методология и организация научных исследований» является необходимой составной частью подготовки аспиранта. Знания, полученные аспирантом при изучении теоретических разделов курса, требуется для выполнения поисковых и научно-исследовательских работ для подготовки научного доклада и диссертации.

системности - предполагает, что учебный материал изучается в определенной последовательности и логике, которые дают системное представление о дисциплине. Для этого темы учебной программы структурированы и систематизированы. От одной темы к другой сохраняется определенная преемственность.

1.2 Роль и место дисциплины в структуре реализуемой образовательной программы. Планируемые результаты обучения

Учебная дисциплина «Методология и организация научных исследований» входит в состав вариативной части учебного плана и является дисциплиной по выбору подготовки аспирантов. Она изучается в течение первого и

второго полугодий второго года обучения. В каждом из полугодий учебным планом предусмотрен зачет по дисциплине.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у аспирантов знаний, умений и владений следующих компетенций:

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-2	З1 (УК-2-П) знать методы научно-исследовательской деятельности В1 (УК-2-П) владеть технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований
ОПК-1	З1 (ОПК-1 – I) Знать технологию поиска информации в наукометрических, информационных, патентных и иных базах З1 (ОПК-1 – II) Знать научные методы оценки новых решений У1 (ОПК-1 – II) Уметь осуществлять сравнительную оценку новых решений В1 (ОПК-1 – II) Владеть навыками сравнительной оценки новых решений и оформления его результатов
ОПК-2	З1 (ОПК-2-И) Знать принципы и методы научных исследований по направлению деятельности У1 (ОПК-2-И) Уметь анализировать задачи, реализовывать аналитические и численные методы решения нетиповых задач при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники
ОПК-3	З1 (ОПК-3-И) Знать методологию формирования и представления научных гипотез в области научных исследований У1 (ОПК-3-И) Уметь формировать и аргументировано представлять научные гипотезы В1 (ОПК-3-III) Владеть навыками представления и продвижения научных гипотез
ОПК-4	З1 (ОПК-4-И) Знать современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в научных исследованиях У1 (ОПК-4-И) Уметь выбирать и применять в научных исследованиях экспериментальные и расчетно-теоретические методы
ОПК-5	З1 (ОПК-5-И) Знать основы теории планирования эксперимента У1 (ОПК-5-И) Уметь разработать план проведения экспериментальных исследований В1 (ОПК-5-И) Владеть навыками разработки и корректировки плана эксперимента
ПК-1	З1 (ПК-1-И) Знать современное состояние, перспективы развития технологий и технологического оборудования на мировом рынке, техническую вооруженность машиностроительной отрасли З2 (ПК-1-И) Знать теоретические основы, методы моделирования и экспериментального исследования процессов механической и физико-технической обработки, включая процессы комбинированной обработки с наложением различных физических и химических эффектов З3 (ПК-1-И) Знать физико-химические явления, происходящие в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физические основы процесса резания; геометрические, кинематические, динамические, трибологические и другие особенности широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизм формирования качества обработанных поверхностей

34 (ПК-1-I) Знать методы оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления

35 (ПК-1-I) Знать структурно-фазовые изменения в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность

У1 (ПК-1-I) Уметь моделировать процессы механической и физико-технической обработки, технологического оборудования и режущих инструментов при формообразовании поверхностей деталей машин

У2 (ПК-1-I) Уметь разрабатывать конкурентоспособные технологии механической и физико-технической обработки при формообразовании поверхностей деталей машин, приборов и аппаратов, включая технологии комбинированной обработки с наложением различных физических и химических эффектов

У3 (ПК-1-I) Уметь разрабатывать конструкцию, выполнять расчеты и оптимизацию параметров инструмента и технологической оснастки, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы механической и физико-технической обработки

31 (ПК-1-II) Знать особенности применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теорию надежности;

У1 (ПК-1-II) Уметь оптимизировать параметры процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления

У2 (ПК-1-II) Уметь прогнозировать и создавать технологические процессы механической и физико-технической обработки, оборудование и инструменты, основанные на новых физических эффектах

В1 (ПК-1-II) Владеть навыками по разработке технических условий при использовании специальных методов обработки

31 (ПК-1-III) Знать методологию проектирования, расчета и оптимизации параметров режущих инструментов, инструментальных систем и оснастки, обеспечивающих технически, экономически и энергетически эффективные процессы механической и физико-технической обработки

32 (ПК-1-III) Знать теорию и методологию проектирования металлорежущих станков, станочных систем, автоматических линий, оборудования для физико-технической обработки

33 (ПК-1-III) Знать методы повышения производительности, точности, качества и надежности технологического оборудования и режущих инструментов, интенсификации процессов механической и физико-технической обработки

У1 (ПК-1-III) Уметь проектировать металлорежущие станки, станочные системы, автоматические линии и оборудование для физико-технической обработки, выполнять расчеты и оптимизировать их компоновки, состав оборудования, и параметры станочного оборудования

У2 (ПК-1-III) Уметь решать проблемы рациональной эксплуатации технологического оборудования, режущего инструмента и оснастки

В1 (ПК-1-III) Владеть навыками самостоятельного решения конкретных технологических и проектных задач

ПК-2	<p>З1 (ПК-2-I) Знать методы диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий</p> <p>З2 (ПК-2-I) Знать теоретические основы исследований и испытаний технологических систем</p> <p>З3 (ПК-2-I) Знать методы диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента</p> <p>У1 (ПК-2-I) Уметь выполнять диагностирование процессов формообразования поверхностей, технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента</p> <p>З1 (ПК-2-II) Знать методы анализа, планирования и управления различными технологическими процессами обработки материалов резанием</p> <p>У1 (ПК-2-II) Уметь решать проблемы рациональной эксплуатации технологического оборудования, режущего инструмента и оснастки</p> <p>В1 (ПК-2-II) Владеть методами анализа, планирования и управления различными технологическими процессами обработки материалов резанием</p> <p>З1 (ПК-2-III) Знать методы повышения производительности, точности, качества и надежности технологического оборудования и режущих инструментов, интенсификации процессов механической и физико-технической обработки</p> <p>У1 (ПК-2-III) Уметь прогнозировать и создавать технологические процессы механической и физико-технической обработки, оборудование и инструменты, основанные на новых физических эффектах</p> <p>В1 (ПК-2-III) Владеть теорией и методологией проектирования металлорежущих станков, станочных систем, автоматических линий, оборудования для физико-технической обработки</p> <p>В2 (ПК-2-III) Владеть методологией проектирования, расчета и оптимизации параметров режущих инструментов, инструментальных систем и оснастки, обеспечивающих технически, экономически и энергетически эффективные процессы механической и физико-технической обработки</p>
------	--

1.3 Характеристика трудоемкости дисциплины и ее отдельных компонентов

Согласно учебному плану дисциплина «Методология и организация научных исследований» изучается на втором году обучения. Характеристика трудоемкости дисциплины для очной формы обучения представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Характеристика трудоемкости дисциплины

Наименование показателей	Полугодия второго года обучения	Значение трудоемкости								
		Всего					в том числе:			
		зет	часы			аудиторные занятия, часы			самостоятельная работа в часах	промежуточная аттестация в часах
			всего	в неделю		всего	в неделю			
очно	заочно	очно		заочно						
1 Трудоемкость дисциплины в целом (по рабочему учебному плану программы)	1, 2	4	144	4,24	-	4	0,12	-	140	-
2 Трудоемкость дисциплины в каждом полугодии (по рабочему учебному плану программы)	1	2	72	5,14	-	2	0,14	-	70	-
	2	2	72	3,6	-	2	0,1	-	70	-
3 Трудоемкость по видам аудиторных занятия - лекции	1	-	-	-	-	2	0,14	-	-	-
	2	-	-	-	-	2	0,1	-	-	-
4 Промежуточная аттестация (число зачисляемых зет): 4.1 Зачет	1, 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1.4 Входные требования для освоения дисциплины

Знания, умения и владения, необходимые для освоения дисциплины формируются в процессе изучения программ специалитета и/или магистратуры и проверяются на вступительном экзамене по специальной дисциплине в аспирантуру.

2 Структура и содержание дисциплины

Структура и содержание дисциплины для очной формы обучения представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины

1	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость разделов, академические часы	Основные результаты изучения разделов
				Знания, умения, владения компетенций
1	2	3	4	5
Первое полугодие второго года обучения				
1	Наука, как производительная сила в научно-техническом и социальном развитии общества	Основные функции науки. Структура и организация научных учреждений. Роль научных кадров, их подготовка.	12	31 (УК-2-И), 31 (ОПК-1-И), 31 (ОПК-3-И), 31 (ОПК-4-И); 31 (ПК-1-И), 32 (ПК-1-И), 33 (ПК-1-И), 34 (ПК-1-И), 35 (ПК-1-И)
2	Выбор темы научного исследования.	Классификация научно-исследовательских работ. Понятие научного направления, научной проблемы и темы. Основные этапы выполнения научно-исследовательских работ.	16	В1 (УК-2-И), 31 (ОПК-1-И), 31 (ОПК-2-И), 31 (ОПК-3-И), У1 (ОПК-3-И), В1 (ОПК-3-И), 31 (ОПК-4-И), У1 (ОПК-4-И)
3	Методы познания	Теоретические методы исследования: индукция, дедукция, анализ, синтез, абстрагирование, формализация. Эмпирические методы исследования: наблюдение, эксперимент.	18	В1 (УК-2-И), 31 (ОПК-1-И), 31 (ОПК-1-И), 31 (ОПК-2-И), 31 (ОПК-3-И), У1 (ОПК-3-И), В1 (ОПК-3-И), 31 (ОПК-4-И), У1 (ОПК-4-И), 31 (ОПК-5-И), У1 (ОПК-5-И), В1 (ОПК-5-И)
4	Эксперимент	Классификация экспериментов. План-программа эксперимента. Виды, методы и погрешности измерений. Средства измерений: классификация, основные характеристики, проверка. Проведение эксперимента.	26	В1 (УК-2-И), 31 (ОПК-1-И), 31 (ОПК-1-И), У1 (ОПК-1-И), В1 (ОПК-1-И), 31 (ОПК-2-И), 31 (ОПК-3-И), У1 (ОПК-3-И), В1 (ОПК-3-И), 31 (ОПК-4-И), У1 (ОПК-4-И), 31 (ОПК-5-И), У1 (ОПК-5-И), В1 (ОПК-5-И), 34 (ПК-1-И), 35 (ПК-1-И), У1 (ПК-1-И), У2 (ПК-1-И), У3 (ПК-1-И), 31 (ПК-1-И), У1 (ПК-1-И), У2 (ПК-1-И), В1 (ПК-1-И), 31 (ПК-1-И), 32 (ПК-1-И), 33

				(ПК-1-III), У1 (ПК-1-III), У2 (ПК-1-III), В1 (ПК-1-III), 31 (ПК-2-I), 32 (ПК-2-I), 33 (ПК-2-I), У1 (ПК-2-I), 31 (ПК-2-II), У1 (ПК-2-II), В1 (ПК-2-II), 31 (ПК-2-III), У1 (ПК-2-III), В1 (ПК-2-III), В2 (ПК-2-III)
Итого в первом полугодии			72	
Второе полугодие второго года обучения				
1	Обработка результатов эксперимента	Основы теории случайных ошибок и математической статистики: понятие случайной величины, функция распределения случайных величин, плотность вероятности, совокупность случайных величин, законы распределения случайных величин. Проверка экспериментов на равнозначность. Планирование эксперимента. Графическое изображение результатов эксперимента. Эмпирические формулы	50	В2 (УК-2-II), 31 (ОПК-1-II), 31 (ОПК-2-I), У1 (ОПК-2-I), 31 (ОПК-3-I), У1 (ОПК-3-II), В1 (ОПК-3-III), 31 (ОПК-4-I), У1 (ОПК-4-I), 31 (ОПК-5-I), У1 (ОПК-5-I), В1 (ОПК-5-I), 34 (ПК-1-I), 35 (ПК-1-I), У1 (ПК-1-I), У2 (ПК-1-I), У3 (ПК-1-I), 31 (ПК-1-II), У1 (ПК-1-II), У2 (ПК-1-II), В1 (ПК-1-II), 31 (ПК-1-III), 32 (ПК-1-III), 33 (ПК-1-III), У1 (ПК-1-III), У2 (ПК-1-III), В1 (ПК-1-III), 31 (ПК-2-I), 32 (ПК-2-I), 33 (ПК-2-I), У1 (ПК-2-I), 31 (ПК-2-II), У1 (ПК-2-II), В1 (ПК-2-II), 31 (ПК-2-III), У1 (ПК-2-III), В1 (ПК-2-III), В2 (ПК-2-III)
2	Оформление научных исследований	Научно-технический отчет, публикация, диссертация. ГОСТ 7.32-2001	22	31 (ОПК-3-I), У1 (ОПК-3-II), В1 (ОПК-3-III), 31 (ОПК-4-I), У1 (ОПК-4-I)
Итого во втором полугодии			72	
В целом по дисциплине:			144	-

3 Календарный график изучения дисциплины

3.1 График проведения лекционных занятий

В процессе изучения дисциплины учебным планом для аспирантов очной формы обучения предусмотрены лекции объемом 4 академических часа в первом полугодии и втором полугодии второго курса обучения (по 2 часа в каждом полугодии). Лекционные занятия предназначены для теоретического осмысления и обобщения сложных разделов курса, которые освещаются, в основном, на проблемном уровне. График лекционных занятий представлен в таблице 4.

Таблица 4 - Программа лекций для очной формы обучения

Тематика лекций	Трудоемкость (академические часы)		Ориентация материала лекций на формирование
	Лекции в целом	в том числе с использованием активных методов обучения	Знаний, умений и навыков компетенций
1	2	3	4
Первое полугодие второго года обучения			
Наука, как производительная сила в научно-техническом и социальном развитии общества	2	Лекция-беседа 2	31 (УК-2-П), 31 (ОПК-1-И), 31 (ОПК-3-И), 31 (ОПК-4-И) 31 (ПК-1-И), 32 (ПК-1-И), 33 (ПК-1-И), 34 (ПК-1-И), 35 (ПК-1-И)
Итого в первом полугодии	2	2	–
Второе полугодие второго года обучения			
Обработка результатов эксперимента	2	Лекция-беседа 2	31 (ОПК-1-П), 31 (ОПК-2-И), 31 (ОПК-3-И), 31 (ОПК-4-И), 31 (ОПК-5-И), 34 (ПК-1-И), 35 (ПК-1-И), 31 (ПК-1-П), 32 (ПК-1-П), 33 (ПК-1-П), 31 (ПК-2-И), 32 (ПК-2-И), 33 (ПК-2-И), 31 (ПК-2-П), 31 (ПК-2-П)
Итого во втором полугодии	2	2	–
Итого в целом по дисциплине	4	4	–

3.2 Характеристика трудоемкости, структуры и содержания самостоятельной работы аспирантов, график её реализации

Самостоятельная работа является внеаудиторной и предназначена для самостоятельного ознакомления аспирантов с определенными разделами

дисциплины по рекомендованным преподавателем материалам и подготовки к выполнению индивидуальных заданий по дисциплине.

Самостоятельная работа аспиранта по изучению дисциплины «Методология и организация научных исследований» включает:

- самостоятельное изучение разделов дисциплины (перечень тем для самостоятельного изучения представлен в приложении А);
- выполнение индивидуального задания (перечень индивидуальных заданий представлен в приложении Б);
- обработка результатов, оформление отчета и подготовка к защите индивидуального задания.

Программа самостоятельной работы аспирантов очной формы обучения представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Программа выполнения самостоятельной работы для аспирантов очной формы обучения (срок обучения 4 года)

	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость (академические часы)	В неделю	Планируемые основные результаты самостоятельной работы
			очно	Знаний, умений, владения компетенций выпускников
Первое полугодие второго года обучения				
1	Самостоятельное изучение разделов дисциплины	35	2,5	31 (УК-2-II), 31 (ОПК-1-I), 31 (ОПК-1-II), 31 (ОПК-2-I), 31 (ОПК-3-I), 31 (ОПК-4-I), 31 (ОПК-5-I), 34 (ПК-1-I), 35 (ПК-1-I), У1 (ПК-1-I), У2 (ПК-1-I), У3 (ПК-1-I), 31 (ПК-1-II), У1 (ПК-1-II), У2 (ПК-1-II), В1 (ПК-1-II), 31 (ПК-1-III), 32 (ПК-1-III), 33 (ПК-1-III), У1 (ПК-1-III), У2 (ПК-1-III), В1 (ПК-1-III), 31 (ПК-2-I), 32 (ПК-2-I), 33 (ПК-2-I), У1 (ПК-2-I), 31 (ПК-2-II), У1 (ПК-2-II), В1 (ПК-2-II), 31 (ПК-2-III), У1 (ПК-2-III), В1 (ПК-2-III), В2 (ПК-2-III)
2	Выполнение индивидуального задания	35	2,5	В1 (УК-2-II), У1 (ОПК-1-II), В1 (ОПК-1-II), У1 (ОПК-3-II), В1 (ОПК-3-III), У1 (ОПК-4-I), У1 (ОПК-5-I), В1 (ОПК-5-I)
Итого за полугодие		70	5	–
Второе полугодие				
1	Самостоятельное изучение разделов дисциплины	40	2	31 (УК-2-II), 31 (ОПК-1-I), 31 (ОПК-1-II), 31 (ОПК-2-I), 31 (ОПК-3-I), 31 (ОПК-4-I), 31 (ОПК-5-I), 34 (ПК-1-I), 35 (ПК-1-I), У1 (ПК-1-I), У2 (ПК-1-I), У3 (ПК-1-I), 31 (ПК-

				1-II), У1 (ПК-1-II), У2 (ПК-1-II), В1 (ПК-1-II), 31 (ПК-1-III), 32 (ПК-1-III), 33 (ПК-1-III), У1 (ПК-1-III), У2 (ПК-1-III), В1 (ПК-1-III), 31 (ПК-2-I), 32 (ПК-2-I), 33 (ПК-2-I), У1 (ПК-2-I), 31 (ПК-2-II), У1 (ПК-2-II), В1 (ПК-2-II), 31 (ПК-2-III), У1 (ПК-2-III), В1 (ПК-2-III), В2 (ПК-2-III)
2	Выполнение индивидуального задания	30	1,5	В1 (УК-2-II), У1 (ОПК-1-II), В1 (ОПК-1-II), У1 (ОПК-3-II), В1 (ОПК-3-III), У1 (ОПК-4-I), У1 (ОПК-5-I), В1 (ОПК-5-I)
	Итого за полугодие	70	3,5	–
	Итого дисциплине	140	8,5	–

График самостоятельной работы аспирантов очной формы обучения представлен в таблице 6.

Таблица 6 – График выполнения самостоятельной работы аспирантов очной (4 года) формы обучения

Первое полугодие второго года обучения (14 недель)

Виды работ	Число академических часов в неделю														Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	35
Выполнение индивидуального задания	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	35
Итого	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	70

Второе полугодие второго года обучения (20 недель)

Виды работ	Число академических часов в неделю																				Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	40
Выполнение индивидуального задания	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	30
Итого	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	70

4 Технология и методическое обеспечение контроля результатов учебной деятельности аспирантов. Фонд оценочных средств

Контроль результатов учебной деятельности аспирантов проходит в трех формах: текущая аттестация, промежуточная аттестация и отложенный контроль знаний, умений и владений.

4.1 Технологии и методическое обеспечение контроля текущей успеваемости аспирантов

Контроль текущей успеваемости аспирантов ведется по результатам собеседования на консультациях с преподавателем.

4.2 Технологии и методическое обеспечение контроля промежуточной успеваемости (учебных достижений) аспирантов. Фонд оценочных средств

Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине «Методология и организация научных исследований» осуществляется в форме зачета.

Зачет выставляется аспирантам по результатам следующих работ:

- освоение тем для самостоятельного изучения (выполнение теста).

Вопросы теста представлены в приложении В;

- выполнение индивидуальных заданий.

Фонд оценочных средств знаний, умений и владений соответствующих компетенций по дисциплине «Методология и организация научных исследований» для аспирантов очной формы обучения представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Фонд оценочных средств знаний, умений и владений соответствующих компетенций по дисциплине «Методология и организация научных исследований»

Оценочное средство	Знание, умение, владение	Оценка результата	Критерии оценивания результата обучения	Процедура оценивания степени сформированности знания/умения/владения соответствующей компетенции с помощью оценочного средства
Первое полугодие второго года обучения				
Тест	31 (УК-2-П)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные представления о методах научно-исследовательской деятельности	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные представления о методах научно-исследовательской деятельности	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах научно-исследовательской деятельности	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные систематические представления о методах научно-исследовательской деятельности	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31 (ОПК-1-І)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания современных наукометрических, информационных, патентных и иных баз данных и знаний	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания критериев современных наукометрических, информационных, патентных и иных баз данных и знаний	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания современных наукометрических, информационных, патентных и иных баз данных и знаний	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания современных наукометрических, информационных, патентных и иных баз данных и знаний	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31 (ОПК-1 – П)	1	Не знает	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Допускает грубые ошибки в выборе научного метода оценки новых решений	51-60 % правильных ответов на

			вопросы теста
	3	Может применить профессиональные знания, но не обосновывает их использование в конкретных ситуациях, демонстрирует частичные знания научных методов оценки новых решений	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
	4	Знает особенности и способы применения профессиональных знаний при решении профессиональных задач, но не выделяет научные методы оценки новых решений	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
	5	Применяет в полном объеме профессиональные знания на практике	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
31 (ОПК-2-1)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
	2	Фрагментарные знания принципов и методов научных исследований по направлению деятельности	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
	3	Неполные знания принципов и методов научных исследований по направлению деятельности	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
	4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания принципов и методов научных исследований по направлению деятельности	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
	5	Сформированные и систематические знания принципов и методов научных исследований по направлению деятельности	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
31 (ОПК-3-1)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
	2	Фрагментарные представления о современных способах формирования и представления научных гипотез в области научных исследований	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
	3	В целом успешные, но не систематические представления о современных способах формирования и представления научных гипотез в области научных исследований	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
	4	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных способах формирования и представления научных гипотез в области научных исследований	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
	5	Сформированные представления о современных способах формирования и представления научных гипотез в области научных исследований	91-100 % правильных ответов на вопросы теста

	31 (ОПК-4-И)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в научных исследованиях	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	В целом успешные, но не систематические представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в научных исследованиях	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в научных исследованиях	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в научных исследованиях	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31 (ОПК-5-И)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные представления о теории планирования эксперимента	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные представления о теории планирования эксперимента	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о теории планирования эксперимента	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные систематические представления о теории планирования эксперимента	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31 (ПК-1-И)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания современного состояния, перспектив развития технологий и технологического оборудования на мировом рынке, технической вооруженности машиностроительной отрасли	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания современного состояния, перспектив развития технологий и технологического оборудования на мировом рынке, технической вооруженности машиностроительной отрасли	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания современного	71-90 % правильных ответов на

			состояния, перспектив развития технологий и технологического оборудования на мировом рынке, технической вооруженности машиностроительной отрасли	вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания современного состояния, перспектив развития технологий и технологического оборудования на мировом рынке, технической вооруженности машиностроительной отрасли	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
33 (ПК-1-I)		1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ процесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенностей широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизмов формирования качества обработанных поверхностей	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ процесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенностей широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизмов формирования качества обработанных поверхностей	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ процесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенностей широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизмов формирования качества обработанных поверхностей	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ процесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенностей широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизмов формирования качества обработанных поверхностей	91-100 % правильных ответов на вопросы теста

	34 (ПК-1-I)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	35 (ПК-1-I)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
31	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов	

	(ПК-1-II)			на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теории надежности;	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теории надежности;	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теории надежности;	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теории надежности;	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31 (ПК-2-I)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания методов диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания методов диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий машиностроительной отрасли	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания методов диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
32	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов	

	(ПК-2-I)			на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	33 (ПК-2-I)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания особенностей методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
Индивидуальное задание	В1 (УК-2-II)	1	Отсутствие навыков	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение технологий планирования в профессиональной деятельности	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение технологий планирования в профессиональной деятельности	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение технологий планирования в профессиональной деятельности	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое применение технологий планирования в профессиональной деятельности	Задание выполнено в полном объеме

	У1 (ОПК-1 – II)	1	Не умеет	Задание не выполнено
		2	С трудом осуществляет сравнительную оценку новых решений	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	Имеются сложности при сравнительной оценке новых решений	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	Способен выполнить сравнительную оценку новых решений, но не полностью учитывает критерии сравнения	Задание выполнено на 80 %
		5	В совершенстве осуществляет сравнительную оценку новых решений	Задание выполнено в полном объеме
	В1 (ОПК-1 – II)	1	Не владеет	Задание не выполнено
		2	Владеет отдельными навыками сравнительной оценки новых решений	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	Владеет отдельными приемами сравнительной оценки, но имеются трудности в оформлении результатов оценки	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	Владеет отдельными приемами сравнительной оценки, способен оформить результаты оценки	Задание выполнено на 80 %
		5	Способен в полном объеме провести сравнительную оценку новых решений и оформить его результаты	Задание выполнено в полном объеме
	У1 (ОПК-2-I)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное следование алгоритмам анализа и решения нетиповых задач при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое следование алгоритмам анализа и решения нетиповых задач при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение следовать алгоритмам анализа и решения нетиповых задач при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое следование алгоритмам анализа и решения нетиповых задач при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	Задание выполнено в полном объеме
У1 (ОПК-3-II)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено	
	2	Частично освоенное умение формировать и аргументированно представлять	Задание выполнено менее, чем	

			научные гипотезы	на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение формировать и аргументированно представлять научные гипотезы	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение формировать и аргументированно представлять научные гипотезы	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение формировать и аргументированно представлять научные гипотезы	Задание выполнено в полном объеме
	В1 (ОПК-3-III)	1	Отсутствие навыков	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение навыков представления и продвижения научных гипотез	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков представления и продвижения научных гипотез	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков представления и продвижения научных гипотез	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое применение навыков представления и продвижения научных гипотез	Задание выполнено в полном объеме
	У1 (ОПК-4-I)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	Задание выполнено на 80 %
		5	Сформированное умение выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	Задание выполнено в полном объеме
	У1 (ОПК-5-I)	1	Не умеет	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение по разработке плана проведения экспериментальных исследований	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение по разработке плана проведения экспериментальных исследований	Задание выполнено не более чем на 80 %

		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение по разработке плана проведения экспериментальных исследований	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение по разработке плана проведения экспериментальных исследований	Задание выполнено в полном объеме
	В1 (ОПК-5-1)	1	Не имеет навыков	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение навыков разработки и корректировки плана эксперимента	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков разработки и корректировки плана эксперимента	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное применение навыков разработки и корректировки плана эксперимента	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое применение навыков разработки и корректировки плана эксперимента	Задание выполнено в полном объеме
	У1 (ПК-1-1)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение моделировать процессы механической и физико-технической обработки, технологического оборудования и режущих инструментов при формообразовании поверхностей деталей машин	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение моделировать процессы механической и физико-технической обработки, технологического оборудования и режущих инструментов при формообразовании поверхностей деталей машин	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение моделировать процессы механической и физико-технической обработки, технологического оборудования и режущих инструментов при формообразовании поверхностей деталей машин	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение моделировать процессы механической и физико-технической обработки, технологического оборудования и режущих инструментов при формообразовании поверхностей деталей машин	Задание выполнено в полном объеме
	У2 (ПК-1-1)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение разрабатывать конкурентоспособные технологии механической и физико-технической обработки при формообразовании по-	Задание выполнено менее, чем на 50%

			верхностей деталей машин, приборов и аппаратов, включая технологии комбинированной обработки с наложением различных физических и химических эффектов	
		3	В целом успешное, но не систематическое умение разрабатывать конкурентоспособные технологии механической и физико-технической обработки при формообразовании поверхностей деталей машин, приборов и аппаратов, включая технологии комбинированной обработки с наложением различных физических и химических эффектов	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение разрабатывать конкурентоспособные технологии механической и физико-технической обработки при формообразовании поверхностей деталей машин, приборов и аппаратов, включая технологии комбинированной обработки с наложением различных физических и химических эффектов	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение разрабатывать конкурентоспособные технологии механической и физико-технической обработки при формообразовании поверхностей деталей машин, приборов и аппаратов, включая технологии комбинированной обработки с наложением различных физических и химических эффектов	Задание выполнено в полном объеме
	У3 (ПК-1-1)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение разрабатывать конструкцию, выполнять расчеты и оптимизацию параметров инструмента и технологической оснастки, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы механической и физико-технической обработки	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение разрабатывать конструкцию, выполнять расчеты и оптимизацию параметров инструмента и технологической оснастки, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы механической и физико-технической обработки	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение разрабатывать конструкцию, выполнять расчеты и оптимизацию параметров инструмента и технологической оснастки, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы механической и физико-технической обработки	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение разрабатывать конструкцию, выполнять	Задание выполнено в полном

			расчеты и оптимизацию параметров инструмента и технологической оснастки, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы механической и физико-технической обработки	объеме
У1 (ПК-1-II)	1		Отсутствие умений	Задание не выполнено
	2		Частично освоенное умение оптимизировать параметры процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	Задание выполнено менее, чем на 50%
	3		В целом успешное, но не систематическое умение оптимизировать параметры процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	Задание выполнено не более чем на 80 %
	4		В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение оптимизировать параметры процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	Задание выполнено на 80 %
	5		Успешное и систематическое умение оптимизировать параметры процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	Задание выполнено в полном объеме
У2 (ПК-1-II)	1		Отсутствие умений	Задание не выполнено
	2		Частично освоенное умение прогнозировать и создавать технологические процессы механической и физико-технической обработки, оборудование и инструменты, основанные на новых физических эффектах	Задание выполнено менее, чем на 50%
	3		В целом успешное, но не систематическое умение прогнозировать и создавать технологические процессы механической и физико-технической обработки, оборудование и инструменты, основанные на новых физических эффектах	Задание выполнено не более чем на 80 %
	4		В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение прогнозировать и создавать технологические процессы механической и физико-технической обработки, оборудование и инструменты, основанные на новых физических эффектах	Задание выполнено на 80 %
	5		Успешное и систематическое умение прогнозировать и создавать технологические процессы механической и физико-технической обработки, оборудование и инструменты, основанные на новых физических эффектах	Задание выполнено в полном объеме

	В1 (ПК-1-II)	1	Отсутствие навыков	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение навыков по разработке технических условий при использовании специальных методов обработки	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков по разработке технических условий при использовании специальных методов обработки	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков по разработке технических условий при использовании специальных методов обработки	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое применение навыков по разработке технических условий при использовании специальных методов обработки	Задание выполнено в полном объеме
	У1 (ПК-1-III)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение проектировать металлорежущие станки, станочные системы, автоматические линии и оборудование для физико-технической обработки, выполнять расчеты и оптимизировать их компоновки, состав оборудования, и параметры станочного оборудования	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение проектировать металлорежущие станки, станочные системы, автоматические линии и оборудование для физико-технической обработки, выполнять расчеты и оптимизировать их компоновки, состав оборудования, и параметры станочного оборудования	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проектировать металлорежущие станки, станочные системы, автоматические линии и оборудование для физико-технической обработки, выполнять расчеты и оптимизировать их компоновки, состав оборудования, и параметры станочного оборудования	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение проектировать металлорежущие станки, станочные системы, автоматические линии и оборудование для физико-технической обработки, выполнять расчеты и оптимизировать их компоновки, состав оборудования, и параметры станочного оборудования	Задание выполнено в полном объеме
	У2 (ПК-1-III)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение решать проблемы рациональной эксплуатации технологического оборудования, режущего инструмента и оснастки	Задание выполнено менее, чем на 50%

		3	В целом успешное, но не систематическое умение решать проблемы рациональной эксплуатации технологического оборудования, режущего инструмента и оснастки	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение решать проблемы рациональной эксплуатации технологического оборудования, режущего инструмента и оснастки	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение решать проблемы рациональной эксплуатации технологического оборудования, режущего инструмента и оснастки	Задание выполнено в полном объеме
	В1 (ПК-1-III)	1	Отсутствие навыков	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение навыков самостоятельного решения конкретных технологических и проектных задач	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков самостоятельного решения конкретных технологических и проектных задач	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков самостоятельного решения конкретных технологических и проектных задач	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое применение навыков самостоятельного решения конкретных технологических и проектных задач	Задание выполнено в полном объеме
	У1 (ПК-2-I)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение выполнять диагностирование процессов формообразования поверхностей, технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение выполнять диагностирование процессов формообразования поверхностей, технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выполнять диагностирование процессов формообразования поверхностей, технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение выполнять диагностирование процессов формообразования поверхностей, технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	Задание выполнено в полном объеме

	В1 (ПК-2-II)	1	Отсутствие навыков	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение навыков владения методами анализа, планирования и управления различными технологическими процессами обработки материалов резанием	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков владения методами анализа, планирования и управления различными технологическими процессами обработки материалов резанием	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков владения методами анализа, планирования и управления различными технологическими процессами обработки материалов резанием	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое применение навыков владения методами анализа, планирования и управления различными технологическими процессами обработки материалов резанием	Задание выполнено в полном объеме

Итоговая оценка за полугодие формируется по формуле: $0,5 \cdot \text{оценка за тест} + 0,5 \cdot \text{оценка за индивидуальное задание}$. Для получения зачета, необходимо получить оценку не менее 3.

Второе полугодие второго года обучения

Тест	31 (УК-2-II)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные представления о методах научно-исследовательской деятельности	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные представления о методах научно-исследовательской деятельности	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах научно-исследовательской деятельности	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные систематические представления о методах научно-исследовательской деятельности	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31 (ОПК-1-I)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания современных наукометрических, информационных, патентных и иных баз данных и знаний	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания критериев современных наукометрических, информацион-	61-70 % правильных ответов на

			ных, патентных и иных баз данных и знаний	вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания современных наукометрических, информационных, патентных и иных баз данных и знаний	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания современных наукометрических, информационных, патентных и иных баз данных и знаний	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31 (ОПК-1 – II)	1	Не знает	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Допускает грубые ошибки в выборе научного метода оценки новых решений	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Может применить профессиональные знания, но не обосновывает их использование в конкретных ситуациях, демонстрирует частичные знания научных методов оценки новых решений	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Знает особенности и способы применения профессиональных знаний при решении профессиональных задач, но не выделяет научные методы оценки новых решений	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Применяет в полном объеме профессиональные знания на практике	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31 (ОПК-2-I)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания принципов и методов научных исследований по направлению деятельности	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания принципов и методов научных исследований по направлению деятельности	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания принципов и методов научных исследований по направлению деятельности	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания принципов и методов научных исследований по направлению деятельности	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31 (ОПК-3-I)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные представления о современных способах формирования и представления научных гипотез в области научных исследований	51-60 % правильных ответов на вопросы теста

		3	В целом успешные, но не систематические представления о современных способах формирования и представления научных гипотез в области научных исследований	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных способах формирования и представления научных гипотез в области научных исследований	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные представления о современных способах формирования и представления научных гипотез в области научных исследований	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31 (ОПК-4-1)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в научных исследованиях	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	В целом успешные, но не систематические представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в научных исследованиях	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в научных исследованиях	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в научных исследованиях	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31 (ОПК-5-1)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные представления о теории планирования эксперимента	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные представления о теории планирования эксперимента	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о теории планирования эксперимента	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные систематические представления о теории планирования эксперимента	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов

	(ПК-1-1)			на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания современного состояния, перспектив развития технологий и технологического оборудования на мировом рынке, технической вооруженности машиностроительной отрасли	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания современного состояния, перспектив развития технологий и технологического оборудования на мировом рынке, технической вооруженности машиностроительной отрасли	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания современного состояния, перспектив развития технологий и технологического оборудования на мировом рынке, технической вооруженности машиностроительной отрасли	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания современного состояния, перспектив развития технологий и технологического оборудования на мировом рынке, технической вооруженности машиностроительной отрасли	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	33 (ПК-1-1)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ процесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенностей широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизмов формирования качества обработанных поверхностей	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ процесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенностей широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизмов формирования качества обработанных поверхностей	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ процесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенно-	71-90 % правильных ответов на вопросы теста

			стей широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизмов формирования качества обработанных поверхностей	
		5	Сформированные и систематические знания физико-химических явлений, происходящих в зоне взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали; физических основ процесса резания; геометрических, кинематических, динамических, трибологических и других особенностей широко применяемых в производстве методов обработки материалов; механизмов формирования качества обработанных поверхностей	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	34 (ПК-1-1)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные и систематические знания методов оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	35 (ПК-1-1)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических	71-90 % правильных ответов на вопросы теста

			методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность	
		5	Сформированные и систематические знания структурно-фазовых изменений в материалах при механических и физико-технических методах воздействия режущего инструмента или направленного потока энергии на обрабатываемую поверхность	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
31 (ПК-1-II)	1	Отсутствие знаний		Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
	2	Фрагментарные знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теории надежности;		51-60 % правильных ответов на вопросы теста
	3	Неполные знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теории надежности;		61-70 % правильных ответов на вопросы теста
	4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теории надежности;		71-90 % правильных ответов на вопросы теста
	5	Сформированные и систематические знания особенностей применения процессов механической и физико-технической обработки в автоматизированном производстве, в т.ч.: управление; моделирование и оптимизацию параметров процессов, оборудования и инструментов; теории надежности;		91-100 % правильных ответов на вопросы теста
31 (ПК-2-I)	1	Отсутствие знаний		Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
	2	Фрагментарные знания методов диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий		51-60 % правильных ответов на вопросы теста
	3	Неполные знания методов диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий машиностроительной отрасли		61-70 % правильных ответов на вопросы теста

		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий	71-90 % правильных ответов на вопросы теста	
		5	Сформированные и систематические знания методов диагностирования оборудования с использованием современных приборов оборудования и компьютерных технологий	91-100 % правильных ответов на вопросы теста	
	32 (ПК-2-I)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста	
		2	Фрагментарные знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	51-60 % правильных ответов на вопросы теста	
		3	Неполные знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	61-70 % правильных ответов на вопросы теста	
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	71-90 % правильных ответов на вопросы теста	
		5	Сформированные и систематические знания теоретических основ исследования и испытаний технологических систем	91-100 % правильных ответов на вопросы теста	
	33 (ПК-2-I)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста	
		2	Фрагментарные знания методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	51-60 % правильных ответов на вопросы теста	
		3	Неполные знания методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	61-70 % правильных ответов на вопросы теста	
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	71-90 % правильных ответов на вопросы теста	
		5	Сформированные и систематические знания особенностей методов диагностики процессов формообразования поверхностей и состояния технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	91-100 % правильных ответов на вопросы теста	
	Инди-	B1	1	Отсутствие навыков	Задание не выполнено

виду- альное задание	(УК-2-П)	2	Фрагментарное применение технологий планирования в профессиональной деятельности	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение технологий планирования в профессиональной деятельности	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение технологий планирования в профессиональной деятельности	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое применение технологий планирования в профессиональной деятельности	Задание выполнено в полном объеме
	У1 (ОПК-1 – П)	1	Не умеет	Задание не выполнено
		2	С трудом осуществляет сравнительную оценку новых решений	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	Имеются сложности при сравнительной оценке новых решений	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	Способен выполнить сравнительную оценку новых решений, но не полностью учитывает критерии сравнения	Задание выполнено на 80 %
		5	В совершенстве осуществляет сравнительную оценку новых решений	Задание выполнено в полном объеме
	В1 (ОПК-1 – П)	1	Не владеет	Задание не выполнено
		2	Владеет отдельными навыками сравнительной оценки новых решений	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	Владеет отдельными приемами сравнительной оценки, но имеются трудности в оформлении результатов оценки	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	Владеет отдельными приемами сравнительной оценки, способен оформить результаты оценки	Задание выполнено на 80 %
		5	Способен в полном объеме провести сравнительную оценку новых решений и оформить его результаты	Задание выполнено в полном объеме
	У1 (ОПК-2-1)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное следование алгоритмам анализа и решения нетиповых задач при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое следование алгоритмам анализа и решения нетиповых задач при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	Задание выполнено не более чем на 80 %

		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение следовать алгоритмам анализа и решения нетиповых задач при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое следование алгоритмам анализа и решения нетиповых задач при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	Задание выполнено в полном объеме
	У1 (ОПК-3-II)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение формировать и аргументированно представлять научные гипотезы	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение формировать и аргументированно представлять научные гипотезы	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение формировать и аргументированно представлять научные гипотезы	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение формировать и аргументированно представлять научные гипотезы	Задание выполнено в полном объеме
	В1 (ОПК-3-III)	1	Отсутствие навыков	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение навыков представления и продвижения научных гипотез	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков представления и продвижения научных гипотез	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков представления и продвижения научных гипотез	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое применение навыков представления и продвижения научных гипотез	Задание выполнено в полном объеме
	У1 (ОПК-4-I)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические	Задание выполнено на 80 %

			методы для решения научной задачи	
		5	Сформированное умение выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	Задание выполнено в полном объеме
У1 (ОПК-5-1)		1	Не умеет	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение по разработке плана проведения экспериментальных исследований	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение по разработке плана проведения экспериментальных исследований	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение по разработке плана проведения экспериментальных исследований	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение по разработке плана проведения экспериментальных исследований	Задание выполнено в полном объеме
В1 (ОПК-5-1)		1	Не имеет навыков	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение навыков разработки и корректировки плана эксперимента	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков разработки и корректировки плана эксперимента	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное применение навыков разработки и корректировки плана эксперимента	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое применение навыков разработки и корректировки плана эксперимента	Задание выполнено в полном объеме
У1 (ПК-1-1)		1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение моделировать процессы механической и физико-технической обработки, технологического оборудования и режущих инструментов при формообразовании поверхностей деталей машин	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение моделировать процессы механической и физико-технической обработки, технологического оборудования и режущих инструментов при формообразовании поверхностей деталей машин	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение моделировать процессы механической и физико-технической обработки, технологического оборудования и режущих инструментов при формообразовании поверхностей	Задание выполнено на 80 %

		деталей машин	
	5	Успешное и систематическое умение моделировать процессы механической и физико-технической обработки, технологического оборудования и режущих инструментов при формообразовании поверхностей деталей машин	Задание выполнено в полном объеме
У2 (ПК-1-1)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
	2	Частично освоенное умение разрабатывать конкурентоспособные технологии механической и физико-технической обработки при формообразовании поверхностей деталей машин, приборов и аппаратов, включая технологии комбинированной обработки с наложением различных физических и химических эффектов	Задание выполнено менее, чем на 50%
	3	В целом успешное, но не систематическое умение разрабатывать конкурентоспособные технологии механической и физико-технической обработки при формообразовании поверхностей деталей машин, приборов и аппаратов, включая технологии комбинированной обработки с наложением различных физических и химических эффектов	Задание выполнено не более чем на 80 %
	4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение разрабатывать конкурентоспособные технологии механической и физико-технической обработки при формообразовании поверхностей деталей машин, приборов и аппаратов, включая технологии комбинированной обработки с наложением различных физических и химических эффектов	Задание выполнено на 80 %
	5	Успешное и систематическое умение разрабатывать конкурентоспособные технологии механической и физико-технической обработки при формообразовании поверхностей деталей машин, приборов и аппаратов, включая технологии комбинированной обработки с наложением различных физических и химических эффектов	Задание выполнено в полном объеме
У3 (ПК-1-1)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
	2	Частично освоенное умение разрабатывать конструкцию, выполнять расчеты и оптимизацию параметров инструмента и технологической оснастки, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы механической и физико-технической обработки	Задание выполнено менее, чем на 50%
	3	В целом успешное, но не систематическое умение разрабатывать конструк-	Задание выполнено не более

			цию, выполнять расчеты и оптимизацию параметров инструмента и технологической оснастки, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы механической и физико-технической обработки	чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение разрабатывать конструкцию, выполнять расчеты и оптимизацию параметров инструмента и технологической оснастки, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы механической и физико-технической обработки	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение разрабатывать конструкцию, выполнять расчеты и оптимизацию параметров инструмента и технологической оснастки, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы механической и физико-технической обработки	Задание выполнено в полном объеме
У1 (ПК-1-II)		1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение оптимизировать параметры процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение оптимизировать параметры процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение оптимизировать параметры процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение оптимизировать параметры процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления	Задание выполнено в полном объеме
У2 (ПК-1-II)		1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение прогнозировать и создавать технологические процессы механической и физико-технической обработки, оборудование и инструменты, основанные на новых физических эффектах	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение прогнозировать и создавать технологические процессы механической и физико-технической обработки, оборудование и инструменты, основанные на новых физических эффектах	Задание выполнено не более чем на 80 %

		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение прогнозировать и создавать технологические процессы механической и физико-технической обработки, оборудование и инструменты, основанные на новых физических эффектах	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение прогнозировать и создавать технологические процессы механической и физико-технической обработки, оборудование и инструменты, основанные на новых физических эффектах	Задание выполнено в полном объеме
	В1 (ПК-1-II)	1	Отсутствие навыков	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение навыков по разработке технических условий при использовании специальных методов обработки	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков по разработке технических условий при использовании специальных методов обработки	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков по разработке технических условий при использовании специальных методов обработки	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое применение навыков по разработке технических условий при использовании специальных методов обработки	Задание выполнено в полном объеме
	У1 (ПК-1-III)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение проектировать металлорежущие станки, станочные системы, автоматические линии и оборудование для физико-технической обработки, выполнять расчеты и оптимизировать их компоновки, состав оборудования, и параметры станочного оборудования	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение проектировать металлорежущие станки, станочные системы, автоматические линии и оборудование для физико-технической обработки, выполнять расчеты и оптимизировать их компоновки, состав оборудования, и параметры станочного оборудования	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проектировать металлорежущие станки, станочные системы, автоматические линии и оборудование для физико-технической обработки, выполнять расчеты и оптимизировать их компоновки, состав оборудования, и параметры станочного оборудования	Задание выполнено на 80 %

		5	Успешное и систематическое умение проектировать металлорежущие станки, станочные системы, автоматические линии и оборудование для физико-технической обработки, выполнять расчеты и оптимизировать их компоновки, состав оборудования, и параметры станочного оборудования	Задание выполнено в полном объеме
	У2 (ПК-1-III)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение решать проблемы рациональной эксплуатации технологического оборудования, режущего инструмента и оснастки	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение решать проблемы рациональной эксплуатации технологического оборудования, режущего инструмента и оснастки	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение решать проблемы рациональной эксплуатации технологического оборудования, режущего инструмента и оснастки	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение решать проблемы рациональной эксплуатации технологического оборудования, режущего инструмента и оснастки	Задание выполнено в полном объеме
	В1 (ПК-1-III)	1	Отсутствие навыков	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение навыков самостоятельного решения конкретных технологических и проектных задач	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков самостоятельного решения конкретных технологических и проектных задач	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков самостоятельного решения конкретных технологических и проектных задач	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое применение навыков самостоятельного решения конкретных технологических и проектных задач	Задание выполнено в полном объеме
	У1 (ПК-2-I)	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение выполнять диагностирование процессов формообразования поверхностей, технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение выполнять диагностирова-	Задание выполнено не более

			ние процессов формообразования поверхностей, технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	чем на 80 %
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выполнять диагностирование процессов формообразования поверхностей, технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое умение выполнять диагностирование процессов формообразования поверхностей, технологического оборудования, оснастки и режущего инструмента	Задание выполнено в полном объеме
	В1 (ПК-2-II)	1	Отсутствие навыков	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение навыков владения методами анализа, планирования и управления различными технологическими процессами обработки материалов резанием	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков владения методами анализа, планирования и управления различными технологическими процессами обработки материалов резанием	Задание выполнено не более чем на 80 %
		4	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков владения методами анализа, планирования и управления различными технологическими процессами обработки материалов резанием	Задание выполнено на 80 %
		5	Успешное и систематическое применение навыков владения методами анализа, планирования и управления различными технологическими процессами обработки материалов резанием	Задание выполнено в полном объеме

Итоговая оценка за полугодие формируется по формуле: $0,5 \cdot \text{оценка за тест} + 0,5 \cdot \text{оценка за индивидуальное задание}$. Для получения зачета, необходимо получить оценку не менее 3.

4.3 Технологии, методическое обеспечение и условия отложенного контроля знаний, умений, навыков обучающихся, сформированных в результате изучения дисциплины

Отложенный контроль знаний аспирантов по дисциплине «Методология и организация научных исследований» проводится в процессе сдачи государственного экзамена и представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

5 Ресурсное обеспечение курса

5.1 Список основной учебной, учебно-методической, нормативной и другой литературы и документации

- 1 Мокий, М.С. Методология научных исследований: Учебник для магистров / М.С. Мокий, А.Л. Никифоров, В.С. Мокий; под общей ред. М.С. Мокия. М. : Юрайт, 2015. – 255 с.
- 2 Основы научных исследований: учебное пособие / Б. И. Герасимов, В. В. Дробышева, Н. В. Злобина и др. - М.: Форум: Инфра-М, 2013. - 269с.
- 3 Афанасьева, Н.Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента: учебное пособие для вузов / Н. Ю. Афанасьева. - М.: КноРус, 2013. - 330с.
- 4 Резник, С.Д. Аспирант вуза: технологии научного творчества и педагогической деятельности: учебное пособие для вузов / С. Д. Резник. - 3-е изд., перераб. - М.: Инфра-М, 2014. - 518с.
- 5 Волосухин, В.А. Планирование научного эксперимента: учебник для вузов / В. А. Волосухин, А. И. Тищенко. - 2-е изд. - М.: РИОР: Инфра-М, 2014. - 175с.
- 6 Комлацкий, В.И. Планирование и организация научных исследований: учебное пособие для магистрантов и аспирантов / В. И. Комлацкий, С. В. Логинов, Г. В. Комлацкий. - Ростов н/Д: Феникс, 2014. - 204с.
- 7 Планирование, организация и проведение научных исследований в машиностроении: учебное пособие для вузов / А. И. Барботько, В. А. Кудинов, П. А. Понкратов, А. А. Барботько. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2014. - 499с.
- 8 Овчаров, А.О. Методология научного исследования: Учебник / А.О. Овчаров, Т.Н. Овчарова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 304 с.: 60x90 1/16 + (Доп. мат. znanium.com). - (Высшее образование: Магистратура). <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544777>
- 9 Космин В.В. Основы научных исследований (Общий курс) : учеб. пособие / В.В. Космин. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : РИОР : ИНФРА-М, 2017. — 227 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=774413>
- 10 Кравцова, Е. Д. Логика и методология научных исследований

[Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. Д. Кравцова, А. Н. Городищева. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 168 с. – Режим доступа: <http://www.znaniium.com>

5.2 Список дополнительной учебной, учебно-методической, нормативной и другой литературы и документации

11. Шкляр, М. Ф. Основы научных исследований [Электронный ресурс] : учебное пособие для бакалавров / М. Ф. Шкляр. - 5-е изд. - М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2013. - 244 с. – Режим доступа: <http://www.znaniium.com>

12. Кузнецов, И. Н. Основы научных исследований [Электронный ресурс] : учебное пособие для бакалавров / И. Н. Кузнецов. - М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2013. - 284 с. – Режим доступа: <http://www.znaniium.com>

13. Основы научных исследований [Электронный ресурс] / Б.И. Герасимов, В.В. Дробышева, Н.В. Злобина и др. - 2-е изд., доп. - М. : Форум: НИЦ Инфра-М, 2015. - 272 с. – Режим доступа: <http://www.znaniium.com>

14. Резник, С. Д. Эффективное научное руководство аспирантами [Электронный ресурс] : монография / С. Д. Резник, С. Н. Макарова; под общ. ред. С. Д. Резника. - 2-е изд., перераб. - М. : НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 152 с. – Режим доступа: <http://www.znaniium.com>

15. Резник, С. Д. Эффективное научное руководство аспирантами [Электронный ресурс] : монография / С. Д. Резник, С. Н. Макарова; под общ. ред. С. Д. Резника. - 2-е изд., перераб. - М. : НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 152 с. – Режим доступа: <http://www.znaniium.com>

16. Батурич, В. К. Теория и методология эффективной научной деятельности [Электронный ресурс] : монография / В. К. Батурич. - М. : Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2013. - 305 с. – Режим доступа: <http://www.znaniium.com>

17. Кожухар, В. М. Основы научных исследований [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. М. Кожухар. - М. : Дашков и К, 2013. - 216 с. – Режим доступа: <http://www.znaniium.com>

18. Дежина, И.Г. Перспективные формы организации научных исследований в России [Электронный ресурс] / И. Г. Дежина // Инновации. - 2013. - № 5 (175). - С. 25-31. – Режим доступа : <http://elibrary.ru>

19. Эрштейн, Л. Б. Планирование в процессе научного руководства и организации диссертационного исследования [Электронный ресурс] / Л. Б. Эрштейн // Экономика и управление: проблемы, решения. - 2013. - № 6 (18). - С. 66-71. – Режим доступа : <http://elibrary.ru>

20. Васильченко, А. Г. Инновационные подходы к организации научных исследований [Электронный ресурс] / А. Г. Васильченко, Т. Н. Гладышева // Инновации в науке. - 2013. - № 17. - С. 65-73. – Режим доступа : <http://elibrary.ru>

Периодические издания

1. Журнал «Науковедение».
2. Журнал «Металлообработка и станкостроение».
3. Журнал «Вестник машиностроения».
4. Журнал «СТИН».
5. Журнал «Технология машиностроения».

5.3 Перечень программных продуктов, используемых при изучении дисциплины

В процессе изучения дисциплины «Методология и организация научных исследований» аспиранты используют следующие программные продукты:

Для оформления индивидуального задания:

1. Программные пакеты «Microsoft Office Excel», «Microsoft Office Word», Mathcad Education.
2. Программный пакет «INTERNET EXPLORER»

5.4 Перечень электронных библиотечных систем, используемых при изучении дисциплины

1. Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - <http://www.znanium.com/>.
2. Электронные информационные ресурсы издательства Springer Springer Journals <https://link.springer.com>.
3. Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com>).
4. База данных международных индексов научного цитирования Scopus.
5. Информационно-справочная система «Консультант плюс».
6. Информационно-справочная система «Техэксперт».

5.5 Другие информационные и материально-технические ресурсы

1. <http://www.inventech.ru/lib/triz/triz-0009/>
2. <http://ru.wikibooks.org/wiki>

Учебные лаборатории университета оснащены компьютерами с обучающими программами, мультимедийным сопровождением и выходом в Интернет. На компьютерах установлено специализированное программное обеспечение:

1. Программные комплексы математических библиотек для многофункционального моделирования, расчетов, анализа и синтеза технических и иных объектов и систем: Matlab, MathCad.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Перечень тем для самостоятельного изучения

Первое полугодие первого года обучения

Тема 1. Наука, как производительная сила в научно-техническом и социальном развитии общества.

1. Определение науки и её основные функции.
2. Понятия направления, проблемы и темы научного исследования.

Тема 2. Выбор темы научного исследования.

1. Поиск и изучение материала по научно-исследовательской теме.
2. Формулирование цели и задач научного исследования.
3. Моделирование изучаемого объекта.
4. Основные этапы выполнения НИР.

Тема 3. Методы познания.

1. Методы теоретического исследования.
2. Методы экспериментального исследования.
3. Моделирование изучаемого объекта.

Тема 4. Эксперимент.

1. Задачи эксперимента.
2. Классификация экспериментов.
3. Рабочая гипотеза.
4. Методы измерения.
5. Погрешности измерения.
6. Основные электроизмерительные приборы.
7. Понятие точности и чувствительности прибора.
8. Функция распределения случайных величин.

Второе полугодие первого года обучения

Тема 5. Обработка результатов эксперимента.

1. Плотность распределения вероятности случайных величин.
2. Среднее значение и дисперсия выборки.
3. Нормальный закон распределения случайных величин.
4. Использование нормального закона распределения для определения вероятности события.
5. Исключение грубых ошибок из выборки.
6. Проверка однородности дисперсии двух выборок по критерию Фишера.
7. Проверка однородности дисперсии нескольких выборок по критерию Кохрена
8. Графическое изображение результатов измерений.
9. Основные понятия об эмпирических формулах.
10. Гистограмма распределения относительных частот выборки.
11. Эмпирическая функция распределения выборки.

Тема 6. Оформление научных исследований.

1. Состав отчета по НИР в соответствии с ГОСТ 7.32-2001.
2. Оформление отчета по НИР в соответствии с ГОСТ 7.32-2001

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (рекомендуемое)

Методические указания к выполнению индивидуального задания

Индивидуальное задание на первое полугодие второго года обучения Планирование, обработка и анализ результатов полного факторного эксперимента

Цель работы: приобретение умений и владений составление планов, обработки и анализа результатов эксперимента.

Работу следует выполнить на листах формата А4, оформление должно соответствовать РД 013-2013 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления».

Номер варианта выбираете в зависимости от суммы последней цифры года поступления и порядкового номера аспиранта в приказе на зачисление. Например, вы поступаете в 2015 году и вы второй в приказе на зачисление, значит ваш вариант $5 + 2 = 7$.

Задание. На основании полного факторного эксперимента (ПФЭ) проведено исследование трех факторов X_1, X_2, X_3 на отклик $y = f(X_1, X_2, X_3)$, где X_i – нормированные значения факторов. Основные уровни факторов, интервалы варьирования факторов и значение параметров оптимизации указаны в задании.

В каждой точке ($i = 1, 2 \dots n$) плана ПФЭ было проведено по два дублирующих опыта. Результаты измерения отклика y_{i1} и y_{i2} в этих опытах приведены в задании.

1. Построить матрицу-таблицу плана эксперимента.
2. Пояснить организацию проведения эксперимента. Указать реальные значения факторов в точках спектра плана эксперимента.
3. Вычислить оценки дисперсии отклика в точках спектра плана и проверить их однородность (для проверки однородности следует использовать критерий Кохрена).
4. Найти математическую модель объекта исследования в виде линейного полинома с учетом возможных взаимодействий между факторами.
5. Оценить значимость коэффициентов уравнения регрессии (при оценке значимости коэффициентов уравнения регрессии необходимо использовать критерий Стьюдента).
6. Проверить адекватность полученной модели, используя критерий Фишера.
7. Результаты расчета проверить в программе MS Excel или MathCAD.

Варианты заданий.

1. Параметр, подлежащий оптимизации $y = \theta^\circ$ – некоторый угол. Обработываемый материал сталь 10X15H27T3MP.

Переменные факторы: $x_{10} = 80$ м/мин

$\Delta x_1 = 10$ м/мин

$$x_{20} = 0,3 \text{ мм/об} \quad \Delta x_2 = 0,09 \text{ мм/об}$$

$$x_{30} = 4,5 \text{ мм} \quad \Delta x_3 = 0,5 \text{ мм}$$

Результаты исследования

	1	2	3	4	5	6	7	8
y_1	981,7	930,0	673,3	876,0	826,7	842,7	775,0	1005
y_2	986,0	912,0	654,2	878,7	881,8	891,2	757,8	1006,7

2. Параметр, подлежащий оптимизации $y = R_a$ – шероховатость, мкм.
Обрабатываемый материал сталь 45.

Переменные факторы: $x_{10} = 40 \text{ м/мин}$ $\Delta x_1 = 30 \text{ м/мин}$
 $x_{20} = 1,0 \text{ мм/об}$ $\Delta x_2 = 0,9 \text{ мм/об}$
 $x_{30} = 1 \text{ мм}$ $\Delta x_3 = 0,75 \text{ мм}$

Результаты исследования

	1	2	3	4	5	6	7	8
y_1	2,5	3,1	1,9	4,9	5,0	3,3	2,8	5,2
y_2	3,0	2,8	1,7	5,4	4,8	3,6	3,2	5,7

3. Параметр, подлежащий оптимизации $y = R_a$ – шероховатость поверхности.

Переменные факторы: $x_{10} = 98,5 \text{ м/мин}$ $\Delta x_1 = 30 \text{ м/мин}$
 $x_{20} = 10,6 \text{ м/мин}$ $\Delta x_2 = 4 \text{ м/мин}$
 $x_{30} = 6,3 \text{ кгс/см}^2$ $\Delta x_3 = 3 \text{ кгс/см}^2$

Результаты исследования

	1	2	3	4	5	6	7	8
y_1	0,45	0,23	0,23	0,35	0,69	0,52	0,45	0,13
y_2	0,51	0,19	0,25	0,40	0,61	0,61	0,50	0,22

4. Параметр, подлежащий оптимизации $y = \theta^\circ$ – некоторый угол. Обрабатываемый материал сталь 10X15H27T3MP.

Переменные факторы: $x_{10} = 40 \text{ м/мин}$ $\Delta x_1 = 10 \text{ м/мин}$
 $x_{20} = 0,7 \text{ мм/об}$ $\Delta x_2 = 0,05 \text{ мм/об}$
 $x_{30} = 1,5 \text{ мм}$ $\Delta x_3 = 0,5 \text{ мм}$

Результаты исследования

	1	2	3	4	5	6	7	8
y_1	781,7	930,0	873,3	975,0	816,7	941,7	875,0	1015
y_2	786,0	912,0	854,2	977,7	831,8	961,2	857,8	1006,7

5. Параметр, подлежащий оптимизации $y = T$ – стойкость сверл.

Переменные факторы: $x_{10} = 100^\circ$ $\Delta x_1 = 20^\circ$ угол в плане
 $x_{20} = 15^\circ$ $\Delta x_2 = 10^\circ$ передний угол
 $x_{30} = 0,26 \text{ мм}$ $\Delta x_3 = 0,07 \text{ мм}$

Результаты исследования

	1	2	3	4	5	6	7	8
y_1	13	20	43	44	50	124	117	65

y_2	14	35	25	58	45	135	97	78
-------	----	----	----	----	----	-----	----	----

6. Параметр, подлежащий оптимизации $y = T$ – период стойкости.

Переменные факторы: $x_{10} = 43$ м/мин $\Delta x_1 = 13$ м/мин
 $x_{20} = 0,046$ мм/об $\Delta x_2 = 0,011$ мм/об
 $x_{30} = 15^\circ$ $\Delta x_3 = 3^\circ$ передний угол

Результаты исследования

	1	2	3	4	5	6	7	8
y_1	46,5	30,5	15,9	59,0	25,5	65,2	53,8	35,0
y_2	43,7	36,7	15,0	53,8	23,0	59,0	54,1	32,0

7. Параметр, подлежащий оптимизации $y = T$ – стойкость инструмента.

Переменные факторы: $x_{10} = 120^\circ$ $\Delta x_1 = 10^\circ$ угол в плане
 $x_{20} = 14^\circ$ $\Delta x_2 = 2^\circ$ передний угол
 $x_{30} = 0,3$ мм $\Delta x_3 = 0,2$ мм

Результаты исследования

	1	2	3	4	5	6	7	8
y_1	23,6	26,6	25,4	32,0	43,7	36,7	27,8	28,4
y_2	25,8	27,1	25,6	30,2	45,6	33,8	24,5	31,2

8. Параметр, подлежащий оптимизации $y = Q$ – объем перевозок автомобилем за один рейс.

Переменные факторы: $x_{10} = 30$ маш $\Delta x_1 = 10$ маш
 $x_{20} = 12$ рейс $\Delta x_2 = 2$ рейс
 $x_{30} = 7$ т $\Delta x_3 = 2$ т

Результаты исследования

	1	2	3	4	5	6	7	8
y_1	2,8	12	5,1	2,8	6	2,5	5,4	2
y_2	2,9	12,1	5,7	3	6,5	2,1	5,5	1,7

9. Параметр, подлежащий оптимизации $y = Q$ – объем перевозок одним водителем за рабочую смену.

Переменные факторы:
 $x_{10} = 7$ т $\Delta x_1 = 2$ т (средняя грузоподъемность)
 $x_{20} = 10$ км $\Delta x_2 = 2$ км (средняя протяженность рейса)
 $x_{30} = 0,8$ $\Delta x_3 = 0,1$ (коэффициент исправности автомобиля)

Результаты исследования

	1	2	3	4	5	6	7	8
y_1	35	67,5	100,56	70	64,25	61	30,2	26
y_2	36,5	67,6	101	71	65	62,2	30,8	27

10. Параметр, подлежащий оптимизации $y = \theta^\circ$ – некоторый угол. Обрабатываемый материал сталь 10X15H27T3MP.

Переменные факторы: $x_{10} = 70$ м/мин $\Delta x_1 = 15$ м/мин

$$x_{20} = 0,4 \text{ мм/об}$$

$$x_{30} = 2,5 \text{ мм}$$

$$\Delta x_2 = 0,08 \text{ мм/об}$$

$$\Delta x_3 = 0,5 \text{ мм}$$

Результаты исследования

	1	2	3	4	5	6	7	8
y_1	891,5	813	803,8	686	688,7	850,5	765,2	998
y_2	896	812	800,8	688,7	688,8	853,6	767,8	995,2

Пример выполнения задания

Исследуется процесс резания металлов. Цель исследования – определить зависимость шероховатости поверхности от скорости резания, подачи и глубины. Изучение имеющихся сведений о процессе позволили установить технологически разумные пределы, в которых могут изменяться факторы: скорость резания – от 30 до 70 м/с; подача – от 0,2 до 1,2 мм/об; глубина резания – от 0,5 до 1,5 мм.

Кодирование факторов необходимо для перевода натуральных факторов (скорости резания, подачи и глубины) в безразмерные величины, чтобы иметь возможность построить стандартную ортогональную план-матрицу эксперимента. Для перевода натуральных переменных в кодовые x_i заполняют таблицу кодирования переменных на двух уровнях (таблица Б.1). В качестве нулевого уровня факторов обычно выбирают центр интервала x_{i0} , в котором предполагается вести эксперимент.

Таблица Б.1

Интервал варьирования и уровень факторов	Скорость резания, м/с	Подача, мм/об	Глубина резания, мм
Нулевой уровень $x_i = 0$	50	0,7	1
Интервал варьирования Δx_i	20	0,5	0,5
Нижний уровень $x_i = -1$	30	0,2	0,5
Верхний уровень $x_i = +1$	70	1,2	1,5
Кодовое обозначение	x_1	x_2	x_3

Составление план-матрицы эксперимента осуществляется следующим образом: например, для x_1 уровни чередуются в каждом опыте, для x_2 – через два опыта, для x_3 – через четыре и т.д. План-матрица приведена в таблице Б.2.

Реализация плана эксперимента представлена в таблице Б.3

Таблица Б.2

Опыт	z_1	z_2	z_3
1	-1	-1	-1
2	+1	-1	-1
3	-1	+1	-1
4	+1	+1	-1
5	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1
7	-1	+1	+1
8	+1	+1	+1

Приведенный план эксперимента представляет собой расширенную матрицу, так как введены столбцы z_1z_2 , z_1z_3 , z_2z_3 , $z_1z_2z_3$, позволяющие оценить коэффициент регрессии при взаимодействии факторов.

Таблица Б.3

Опыт	z_1	z_2	z_3	z_1z_2	z_1z_3	z_2z_3	$z_1z_2z_3$	y_{g1}	y_{g2}	$\bar{y}_g = \frac{y_{g1} + y_{g2}}{2}$
1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	2,7	3,2	2,95
2	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	3,3	3	3,15
3	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	2	1,8	1,9
4	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	4,8	5,3	5,05
5	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	5	4,7	4,85
6	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	3,4	3,6	3,5
7	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	2,7	3,3	3,0
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5,1	5,6	5,35

Проверка воспроизводимости опытов. В рассматриваемом примере выполняли по два определения величины y_g . Поэтому значение оценок дисперсии в каждой точке плана можно рассчитать по формуле

$$s_g^2 = \frac{\Delta^2}{2}$$

где Δ – разность между параллельными опытами.

Таким образом,

$$s_1^2 = \frac{(2,7-3,2)^2}{2} = 0,125; \quad s_2^2 = \frac{(3,3-3)^2}{2} = 0,045; \quad s_3^2 = \frac{(2-1,8)^2}{2} = 0,02;$$

$$s_4^2 = \frac{(4,8-5,3)^2}{2} = 0,125; \quad s_5^2 = \frac{(5-4,7)^2}{2} = 0,045; \quad s_6^2 = \frac{(3,4-3,6)^2}{2} = 0,02;$$

$$s_7^2 = \frac{(2,7-3,3)^2}{2} = 0,18; \quad s_8^2 = \frac{(5,1-5,6)^2}{2} = 0,125$$

Процесс воспроизводим, так как неравенство критерия Кохрена выполняется:

$$G = \frac{0,18}{0,125+0,045+0,02+0,125+0,045+0,02+0,18+0,125} = 0,2628 < G_{кр} = 0,6798$$

При определении $G_{кр}$ число степеней свободы $\nu_1 = m-1 = 2-1 = 1$;
 $\nu_2 = N = 8$

При этом дисперсия воспроизводимости (ошибка опыта)

$$s_y^2 = \frac{\sum_{g=1}^N s_g^2}{N} = \frac{0,125+0,045+0,02+0,125+0,045+0,02+0,18+0,125}{8} = 0,085625$$

В случае воспроизводимого процесса рассчитывают коэффициенты регрессии по формулам.

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N \bar{y}_g = \frac{2,95 + 3,15 + 1,9 + 5,05 + 4,85 + 3,5 + 3 + 5,35}{8} = 3,719;$$

$$b_1 = \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N \bar{y}_g \cdot z_{1g} = \frac{2,95 \cdot (-1) + 3,15 + 1,9 \cdot (-1) + 5,05 + 4,85 \cdot (-1) + 3,5 + 3 \cdot (-1) + 5,35}{8} = 0,544;$$

$$b_2 = \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N \bar{y}_g \cdot z_{2g} = \frac{2,95 \cdot (-1) + 3,15 \cdot (-1) + 1,9 + 5,05 + 4,85 \cdot (-1) + 3,5 \cdot (-1) + 3 + 5,35}{8} = 0,106;$$

$$b_3 = \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N \bar{y}_g \cdot z_{3g} = \frac{2,95 \cdot (-1) + 3,15 \cdot (-1) + 1,9 \cdot (-1) + 5,05 \cdot (-1) + 4,85 + 3,5 + 3 \cdot (-1) + 5,35}{8} = 0,456;$$

$$b_{12} = \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N \bar{y}_g \cdot z_{1g} z_{2g} = \frac{2,95 + 3,15 \cdot (-1) + 1,9 \cdot (-1) + 5,05 + 4,85 + 3,5 \cdot (-1) + 3 \cdot (-1) + 5,35}{8} = 0,831;$$

$$b_{13} = \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N \bar{y}_g \cdot z_{1g} z_{3g} = \frac{2,95 + 3,15 \cdot (-1) + 1,9 + 5,05 \cdot (-1) + 4,85 \cdot (-1) + 3,5 + 3 \cdot (-1) + 5,35}{8} = -0,294;$$

$$b_{23} = \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N \bar{y}_g \cdot z_{2g} z_{3g} = \frac{2,95 + 3,15 + 1,9 \cdot (-1) + 5,05 \cdot (-1) + 4,85 \cdot (-1) + 3,5 \cdot (-1) + 3 + 5,35}{8} = -0,106;$$

$$b_{123} = \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N \bar{y}_g \cdot z_{1g} z_{2g} z_{3g} = \frac{2,95 \cdot (-1) + 3,15 + 1,9 + 5,05 \cdot (-1) + 4,85 + 3,5 \cdot (-1) + 3 \cdot (-1) + 5,35}{8} = 0,094;$$

Оценка значимости коэффициента регрессии производится с помощью критерия Стьюдента. Коэффициент считается значимым, если выполняется неравенство

$$|b_i| \geq \Delta b_i = t_{кр} \frac{S_y}{\sqrt{N}}.$$

Для рассматриваемого примера

$$\Delta b_i = 2,306 \cdot \frac{\sqrt{0,085625}}{\sqrt{8}} = 0,239$$

Значение $t_{кр}$ определяем по приложению 2 для $\nu_{\alpha} = N(m-1) = 8$

Незначимыми получились коэффициенты b_2 , b_{23} , b_{123} .

Таким образом,

$$y = 3,719 + 0,544z_1 + 0,456z_3 + 0,831z_1z_2 - 0,294z_1z_3 \quad (\text{Б.1})$$

Проверка адекватности линейной модели выполняется с помощью критерия Фишера. По полученному уравнению (Б.1) находят расчетные значения \hat{y}_g , для чего значения варьируемых параметров из таблицы Б.3 подставляются построчно. Все последующие расчеты сведены в таблицу Б.4

Таблица Б.4

Опыт	\bar{y}_g	\hat{y}_g	$(\bar{y}_g - \hat{y}_g)^2$
1	2,95	3,256	0,0938
2	3,15	3,269	0,0141
3	1,9	1,594	0,0938
4	5,05	4,931	0,0141
5	4,85	4,756	0,0088

6	3,5	3,594	0,0088
7	3,0	3,094	0,0088
8	5,35	5,256	0,0088

Вычисляем дисперсию адекватности

$$s_{\hat{a}\hat{a}}^2 = \frac{m}{N-k-1} \sum_{g=1}^N (\bar{y}_g - \hat{y}_g)^2 =$$

$$= \frac{2}{8-3-1} (0,0938 + 0,0141 + 0,0938 + 0,0141 + 0,0088 + 0,0088 + 0,0088 + 0,0088) = 0,1255$$

Находим критерий Фишера

$$F = \frac{s_{\hat{a}\hat{a}}^2}{s_y^2} = \frac{0,1255}{0,085625} = 1,466$$

Критическое значение критерия Фишера находим для числа степеней свободы $\nu_1 = N - d = 8 - 5 = 3$; $\nu_2 = N(m - 1) = 8$, где d – число значимых коэффициентов, т.е. $F_{кр} = 4,07$.

Поскольку $F < F_{кр}$, то модель в виде уравнения (Б.1) считается адекватной.

Переведем разработанную линейную модель в натуральный вид.

$$z_i = \frac{X_i - x_0}{\Delta x_i},$$

Для нашего случая:

$$z_1 = \frac{V - 50}{20}; z_2 = \frac{s - 0,7}{0,5}; z_3 = \frac{t - 1}{0,5}$$

Подставив полученные выражения в линейную модель, получим:

$$y = 15,7084 - 0,32479V - 13,788t - 4,155S + 0,0831V \cdot S - 0,294V \cdot t$$

Проверка расчетов в программе MS Excel.

План-матрица эксперимента								Результаты эксперимента		Среднее значение	Оценка дисперсии		
z0	z1	z2	z3	z1z2	z1z3	z2z3	z1z2z3	y1	y2	уср	s2	урасч	(уср-урасч)^2
1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	2,7	3,2	2,95	0,125	3,25625	0,093789062
1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	3,3	3	3,15	0,045	3,26875	0,014101563
1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	2	1,8	1,9	0,02	1,59375	0,093789062
1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	4,8	5,3	5,05	0,125	4,93125	0,014101562
1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	5	4,7	4,85	0,045	4,75625	0,008789063
1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	3,4	3,6	3,5	0,02	3,59375	0,008789063
1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	2,7	3,3	3	0,18	3,09375	0,008789063
1	1	1	1	1	1	1	1	5,1	5,6	5,35	0,125	5,25625	0,008789063
Коэффициенты регрессии								G	0,262774				
Значимость								Gкр	0,6798				
b0=	3,71875							Свос2	0,085625				
b1=	0,54375							Δb	0,238569				
b2=	0,10625							Сад2	0,125469				
b3=	0,45625							F	1,465328				
b12=	0,83125							Fкр	4,07				
b13=	-0,29375												
b23=	-0,10625												
b123=	0,09375												

или в режиме отображения формул

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	План-матрица эксперимента							
2	z0	z1	z2	z3	z1z2	z1z3	z2z3	z1z2z3
3	1	-1	-1	-1	=B3*C3	=B3*D3	=C3*D3	=B3*C3*D3
4	1	1	-1	-1	=B4*C4	=B4*D4	=C4*D4	=B4*C4*D4
5	1	-1	1	-1	=B5*C5	=B5*D5	=C5*D5	=B5*C5*D5
6	1	1	1	-1	=B6*C6	=B6*D6	=C6*D6	=B6*C6*D6
7	1	-1	-1	1	=B7*C7	=B7*D7	=C7*D7	=B7*C7*D7
8	1	1	-1	1	=B8*C8	=B8*D8	=C8*D8	=B8*C8*D8
9	1	-1	1	1	=B9*C9	=B9*D9	=C9*D9	=B9*C9*D9
10	1	1	1	1	=B10*C10	=B10*D10	=C10*D10	=B10*C10*D10
11								
12								
13	Коэффициенты регрессии			Значимость				
14	b0=	=МУМНОЖ(ТРАНСП(A3:H10);L3:L10)/8		=ЕСЛИ(ABS(B14)<\$K\$16;0;B14)				
15	b1=	=МУМНОЖ(ТРАНСП(A3:H10);L3:L10)/8		=ЕСЛИ(ABS(B15)<\$K\$16;0;B15)				
16	b2=	=МУМНОЖ(ТРАНСП(A3:H10);L3:L10)/8		=ЕСЛИ(ABS(B16)<\$K\$16;0;B16)				
17	b3=	=МУМНОЖ(ТРАНСП(A3:H10);L3:L10)/8		=ЕСЛИ(ABS(B17)<\$K\$16;0;B17)				
18	b12=	=МУМНОЖ(ТРАНСП(A3:H10);L3:L10)/8		=ЕСЛИ(ABS(B18)<\$K\$16;0;B18)				
19	b13=	=МУМНОЖ(ТРАНСП(A3:H10);L3:L10)/8		=ЕСЛИ(ABS(B19)<\$K\$16;0;B19)				
20	b23=	=МУМНОЖ(ТРАНСП(A3:H10);L3:L10)/8		=ЕСЛИ(ABS(B20)<\$K\$16;0;B20)				
21	b123=	=МУМНОЖ(ТРАНСП(A3:H10);L3:L10)/8		=ЕСЛИ(ABS(B21)<\$K\$16;0;B21)				

J	K	L	M	N	O
Результаты эксперимента		Среднее значение	Оценка дисперсии		
y1	y2	уср	s2	урасч	(уср-урасч)^2
2,7	3,2	= $(J3+K3)/2$	= $(J3-K3)^2/2$	=МУМНОЖ(A3:H10;D14:D21)	= $(N3-L3)^2$
3,3	3	= $(J4+K4)/2$	= $(J4-K4)^2/2$	=МУМНОЖ(A3:H10;D14:D21)	= $(N4-L4)^2$
2	1,8	= $(J5+K5)/2$	= $(J5-K5)^2/2$	=МУМНОЖ(A3:H10;D14:D21)	= $(N5-L5)^2$
4,8	5,3	= $(J6+K6)/2$	= $(J6-K6)^2/2$	=МУМНОЖ(A3:H10;D14:D21)	= $(N6-L6)^2$
5	4,7	= $(J7+K7)/2$	= $(J7-K7)^2/2$	=МУМНОЖ(A3:H10;D14:D21)	= $(N7-L7)^2$
3,4	3,6	= $(J8+K8)/2$	= $(J8-K8)^2/2$	=МУМНОЖ(A3:H10;D14:D21)	= $(N8-L8)^2$
2,7	3,3	= $(J9+K9)/2$	= $(J9-K9)^2/2$	=МУМНОЖ(A3:H10;D14:D21)	= $(N9-L9)^2$
5,1	5,6	= $(J10+K10)/2$	= $(J10-K10)^2/2$	=МУМНОЖ(A3:H10;D14:D21)	= $(N10-L10)^2$
G	=МАКС(M3:M10)/СУММ(M3:M10)				
Gкр	0,6798				
Sвос2	=СУММ(M3:M10)/8				
Δb	=2,306*КОРЕНЬ(K15/8)				
Sад2	=СУММ(O3:O10)/2				
F	=K17/K15				
Fкр	4,07				

Индивидуальное задание на второе полугодие второго года обучения
Обработка результатов эксперимента методом статистического анализа

Цель работы: получение умений и владений по обработке результатов многократных наблюдений с проверкой гипотез.

Работу следует выполнить на листах формата А4, оформление должно соответствовать РД 013-2016 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления».

Номер варианта выбираете в зависимости от последней цифры года поступления. Например, вы поступаете в 2015 году, значит ваш вариант 5.

Задание. Провести статистическую обработку результатов эксперимента, состоящего из 100 точек с использованием MS Excel.

Рассчитать: среднее значение, дисперсию, среднеквадратическое отклонение.

Построить полигон, гистограмму и теоретическую кривую.

Выдвинуть гипотезу о законе распределения и проверить ее с помощью критериев Колмогорова и Пирсона.

Варианты заданий.

Вариант 1

93,95	98,12	104,55	98,06	102,31	101,54	99,37	101,97	100,50	100,09
100,32	102,15	99,73	100,84	101,21	102,02	97,35	101,20	99,42	104,65
98,27	101,11	97,64	99,75	103,41	105,45	100,92	99,92	101,26	101,36
101,75	100,07	94,80	99,24	102,89	106,85	96,83	98,35	100,55	99,21
100,43	98,97	95,26	96,84	100,20	100,57	95,25	101,31	100,37	98,08
99,90	95,66	99,38	100,55	97,86	99,45	102,79	99,84	99,29	100,81
99,23	97,34	100,16	101,57	99,81	98,75	98,81	99,79	97,94	99,96
102,52	99,31	100,36	101,70	98,56	98,94	98,79	103,27	98,49	96,95
101,85	97,90	100,52	100,10	102,18	101,99	100,44	101,31	99,62	101,05
101,33	98,06	100,54	98,96	98,38	96,04	101,00	97,53	101,70	100,02

Вариант 2

35,93	42,19	51,82	42,09	48,47	47,31	44,05	47,95	45,75	45,13
45,48	48,23	44,59	46,26	46,81	48,03	41,03	46,81	44,12	51,98
42,40	46,66	41,46	44,63	50,11	53,18	46,38	44,89	46,88	47,04
47,62	45,10	37,20	43,86	49,33	55,28	40,24	42,53	45,83	43,81
45,64	43,46	37,89	40,26	45,30	45,85	37,88	46,96	45,55	42,13
44,85	38,49	44,07	45,82	41,79	44,18	49,19	44,76	43,94	46,22
43,85	41,00	45,24	47,35	44,71	43,13	43,21	44,68	41,91	44,94
48,78	43,96	45,54	47,55	42,84	43,40	43,19	49,91	42,73	40,42
47,78	41,86	45,77	45,15	48,27	47,99	45,67	46,97	44,43	46,57
46,99	42,09	45,82	43,44	42,58	39,05	46,50	41,29	47,56	45,04

Вариант 3

0,26	0,27	1,07	0,26	0,79	0,69	0,42	0,75	0,56	0,51
0,54	0,77	0,47	0,61	0,65	0,75	0,17	0,65	0,43	1,08
0,28	0,64	0,21	0,47	0,93	1,18	0,61	0,49	0,66	0,67
0,72	0,51	0,15	0,41	0,86	1,36	0,10	0,29	0,57	0,40
0,55	0,37	0,09	0,10	0,52	0,57	0,09	0,66	0,55	0,26
0,49	0,04	0,42	0,57	0,23	0,43	0,85	0,48	0,41	0,60
0,40	0,17	0,52	0,70	0,48	0,34	0,35	0,47	0,24	0,49
0,81	0,41	0,54	0,71	0,32	0,37	0,35	0,91	0,31	0,12
0,73	0,24	0,56	0,51	0,77	0,75	0,56	0,66	0,45	0,63
0,67	0,26	0,57	0,37	0,30	0,00	0,62	0,19	0,71	0,50

Вариант 4

11,70	10,92	10,56	10,80	11,70	11,52	10,52	10,61	10,28	11,24
10,69	10,82	10,89	11,65	11,14	10,73	10,33	11,06	11,18	11,46
10,28	10,59	11,04	11,04	11,12	11,16	11,39	11,09	11,26	11,42
11,08	11,66	10,62	11,60	11,23	11,41	10,59	11,02	11,25	10,96
10,98	10,85	10,80	10,24	10,62	11,37	10,74	9,53	10,93	11,45
11,31	11,48	11,61	10,95	11,67	9,98	11,42	11,84	11,49	11,34
10,08	11,09	10,99	10,17	10,45	10,98	11,54	10,63	11,14	10,79
10,68	10,87	11,09	11,41	10,90	11,17	11,50	10,94	10,59	11,70
11,41	10,72	10,81	9,97	11,50	10,98	10,90	11,43	11,63	12,14
10,59	11,09	10,88	10,93	11,36	11,49	11,14	11,18	10,69	10,84

Вариант 5

99,40	103,15	101,66	99,48	99,42	102,33	98,57	98,72	100,77	98,31
101,44	97,71	98,50	96,70	98,30	105,05	98,96	100,82	100,51	97,64
99,39	95,92	101,67	98,95	101,94	102,64	103,48	96,78	102,01	98,83
98,76	98,65	95,77	98,74	99,52	99,86	99,88	99,74	96,48	99,51
102,72	100,12	98,37	99,30	97,50	97,46	100,41	99,06	101,58	102,25
97,69	97,71	102,03	100,28	97,88	100,53	99,90	94,26	99,10	100,58
98,95	102,31	97,96	98,02	100,44	101,80	99,25	96,26	93,08	96,09
99,73	100,95	98,82	99,55	99,67	99,26	101,83	99,16	98,09	103,14
101,68	95,47	98,84	98,09	96,27	100,97	95,40	99,56	98,26	95,49
100,15	103,50	96,80	101,66	97,77	96,67	99,21	95,86	102,71	99,66

Вариант 6

56,03	66,22	68,90	67,75	76,20	68,75	63,87	67,55	73,47	69,83
77,18	76,41	77,96	68,49	67,52	75,03	74,43	62,76	73,26	68,76
74,19	69,55	71,98	76,77	62,80	72,51	71,41	75,71	64,85	60,04
71,54	60,57	67,12	65,53	68,46	72,10	63,93	77,44	71,01	68,91
77,40	81,40	70,43	72,24	64,98	70,73	69,17	60,91	65,54	71,57
72,26	71,55	73,85	71,85	73,01	70,11	72,02	70,38	72,20	77,09
70,31	77,70	66,46	76,10	71,65	65,95	75,37	75,81	67,10	80,05
75,33	78,26	63,77	67,14	71,27	69,41	73,56	63,34	71,85	77,75
68,75	66,85	77,60	73,06	70,91	72,39	58,11	72,37	74,50	71,73
71,74	76,97	67,29	71,98	77,36	70,49	72,61	73,16	68,24	72,50

Вариант 7

57,02	57,92	54,84	57,32	56,91	59,45	53,29	55,55	57,47	56,13
56,76	55,51	54,91	56,41	55,68	57,19	56,29	57,99	56,91	59,54
57,28	56,81	57,32	52,25	56,42	56,06	57,92	54,86	57,45	56,40
53,94	56,34	57,36	58,43	58,06	56,87	56,64	55,86	56,26	56,66
56,63	55,43	55,21	56,72	57,86	54,62	58,25	53,79	56,19	56,62
55,55	54,28	56,70	55,58	54,14	55,50	56,54	54,17	55,90	57,90
54,75	54,93	56,16	54,83	53,16	54,90	57,81	55,59	55,14	57,08
55,26	55,06	59,96	55,29	53,45	55,53	57,46	57,60	54,07	55,33
55,10	56,37	57,56	56,15	56,82	54,58	53,77	55,96	56,02	59,59
52,81	55,50	54,29	59,58	58,39	55,32	54,87	54,62	55,77	58,03

Вариант 8

206,13	235,35	220,00	220,65	231,24	232,74	216,88	210,04	216,48	197,45
203,39	218,25	227,51	228,54	228,03	230,49	215,74	225,19	222,30	226,41
225,30	216,25	199,11	222,53	213,06	235,48	227,35	216,30	208,79	216,64
214,11	221,08	210,87	225,82	212,43	236,24	211,36	231,40	232,44	219,91
226,54	225,37	219,07	227,07	206,11	213,71	220,86	215,56	220,06	241,77
224,64	219,61	216,83	228,31	244,65	226,16	187,78	203,36	211,55	194,17
227,12	231,08	225,25	220,37	233,53	196,52	231,64	196,55	232,55	194,33
220,36	232,05	229,93	216,13	207,67	236,83	209,66	222,19	248,18	201,85
217,08	223,21	205,85	218,33	197,87	196,63	233,42	200,44	234,75	224,52
218,32	210,77	220,81	210,14	210,49	219,34	200,57	217,08	209,34	232,00

Вариант 9

41,01	36,12	41,40	44,67	39,53	41,45	40,38	39,91	40,62	40,04
38,61	39,02	38,96	39,80	41,06	38,84	40,34	41,05	41,90	40,87
41,50	40,89	39,41	39,39	41,04	37,81	40,62	40,26	37,73	38,64
38,54	38,94	41,35	40,67	39,13	40,89	40,93	39,36	38,54	42,51
39,20	40,72	43,68	42,33	41,47	41,79	42,33	39,94	41,38	39,56
42,39	40,50	39,88	42,40	39,19	39,47	40,87	37,96	38,63	40,80
39,34	40,76	39,10	38,98	39,94	40,60	40,64	39,88	37,57	41,71
39,34	37,52	41,81	40,64	42,01	39,14	43,55	38,77	39,28	40,32
42,32	37,68	39,10	37,88	37,95	39,30	42,51	39,88	38,58	39,91
40,23	38,55	44,44	39,72	39,62	40,37	39,93	39,55	39,17	38,66

Вариант 10

27,36	32,76	28,29	30,63	30,00	31,71	34,48	28,77	29,97	32,22
32,59	23,83	27,70	31,64	27,46	29,74	29,16	33,51	33,76	34,44
34,19	30,23	30,04	33,26	30,74	31,25	26,50	29,10	29,73	29,52
27,18	31,07	33,61	34,35	30,35	34,39	28,85	32,60	32,81	31,93
29,49	32,78	28,90	33,48	33,31	36,18	26,81	29,51	31,25	32,42
28,13	33,24	32,52	29,43	25,07	29,18	34,20	35,22	29,61	30,61
32,92	26,38	32,77	32,42	34,11	30,81	37,72	32,23	30,20	25,83
29,24	34,10	25,75	26,98	30,69	29,56	31,58	32,10	28,12	34,75
29,05	27,49	32,63	37,44	31,54	29,24	29,48	34,13	30,48	23,27
24,32	27,19	34,18	27,21	29,62	35,44	33,56	35,98	32,72	30,74

Пример выполнения задания

Из продукции прессы, штампующего цилиндрические детали $D = 20$ мм, отобрано произвольно 200 деталей.

Измерение проводилось микрометром с ценой деления 0,001 мм.

Для удобства последующей обработки статистических данных результаты измерений разбиваются на интервалы (разряды) Число интервалов должно быть не менее 6 – 7 при $n = 50 – 99$ и не менее 9 – 15 при $n \geq 100$. Величина интервала (разряда) берется больше величины деления шкалы измерительного инструмента, чтобы можно было компенсировать погрешности измерения. При определении количества интервалов находятся наибольшее и наименьшее значения размеров (согласно данным таблицы Б.5 $x_{\max} = +0,130$ мм; $x_{\min} = -0,149$ мм).

Таблица Б.5 – Результаты отклонений размеров от номинала

Номер детали	Отклон. от номин.	Номер детали	Отклон. от номин.	Номер детали	Отклон. от номин.	Номер детали	Отклон. от номин.	Номер детали	Отклон. от номин.
1	-0,026	41	-0,018	81	-0,025	121	-0,055	161	-0,039
2	+0,042	42	-0,014	82	-0,049	122	-0,041	162	+0,041
3	-0,021	43	-0,008	83	-0,067	123	-0,030	163	-0,038
4	-0,040	44	-0,010	84	-0,087	124	-0,056	164	-0,072
5	-0,052	45	0	85	-0,012	125	-0,065	165	-0,122
6	-0,121	46	+0,031	86	+0,061	126	+0,076	166	-0,141
7	-0,008	47	-0,038	87	-0,050	127	+0,046	167	+0,069
8	-0,057	48	-0,052	88	+0,040	128	+0,026	168	-0,060
9	-0,063	49	-0,091	89	-0,016	129	+0,025	169	-0,005
10	-0,089	50	-0,052	90	-0,125	130	+0,003	170	-0,071
11	+0,019	51	-0,059	91	-0,057	131	-0,055	171	-0,126
12	-0,021	52	-0,125	92	-0,149	132	-0,095	172	-0,031
13	-0,006	53	+0,023	93	-0,046	133	-0,038	173	+0,052
14	-0,013	54	+0,025	94	-0,071	134	-0,062	174	-0,012
15	+0,039	55	-0,038	95	+0,039	135	-0,049	175	-0,076
16	-0,015	56	-0,045	96	-0,064	136	-0,075	176	-0,038
17	-0,042	57	-0,047	97	+0,006	137	-0,112	177	-0,019
18	-0,035	58	-0,034	98	-0,012	138	-0,091	178	-0,053
19	+0,028	59	-0,072	99	-0,042	139	-0,105	179	-0,052
20	+0,036	60	-0,012	100	-0,065	140	+0,041	180	-0,065
21	+0,010	61	-0,097	101	+0,044	141	-0,006	181	-0,075
22	-0,015	62	+0,052	102	+0,055	142	+0,027	182	+0,060
23	-0,035	63	+0,006	103	+0,042	143	+0,071	183	+0,023
24	-0,025	64	+0,003	104	+0,073	144	+0,052	184	+0,016
25	-0,035	65	-0,004	105	-0,005	145	-0,016	185	-0,046
26	-0,022	66	-0,027	106	-0,016	146	+0,022	186	+0,126
27	-0,047	67	-0,004	107	+0,064	147	+0,093	187	+0,042
28	-0,056	68	-0,074	108	-0,036	148	-0,019	188	-0,092
29	-0,094	69	-0,021	109	-0,042	149	+0,015	189	-0,097
30	+0,045	70	-0,032	110	-0,091	150	+0,045	190	-0,085
31	-0,068	71	-0,087	111	-0,089	151	+0,005	191	+0,032
32	-0,097	72	-0,087	112	-0,092	152	+0,015	192	-0,038

Номер детали	Отклон. от номин.	Номер детали	Отклон. от номин.	Номер детали	Отклон. от номин.	Номер детали	Отклон. от номин.	Номер детали	Отклон. от номин.
33	+0,025	73	+0,079	113	-0,012	153	-0,045	193	-0,035
34	+0,130	74	+0,012	114	-0,036	154	-0,025	194	-0,079
35	+0,045	75	+0,021	115	-0,078	155	-0,015	195	-0,014
36	+0,015	76	-0,038	116	-0,066	156	+0,040	196	-0,119
37	-0,053	77	-0,061	117	-0,142	157	-0,052	197	-0,012
38	-0,028	78	-0,052	118	-0,051	158	-0,033	198	-0,073
39	-0,031	79	-0,002	119	-0,082	159	-0,044	199	+0,039
40	-0,079	80	-0,047	120	-0,042	160	-0,012	200	+0,071

Определим широту распределения (размах варьирования):

$$R = x_{\max} - x_{\min} = 0,130 - (-0,149) = 0,279 \text{ мм.}$$

Задавшись числом интервалов, равным 14, определим величину интервала (цену разряда) c :

$$c = 0,279 / 14 \approx 0,02 \text{ мм.}$$

Полученная величина интервала значительно больше цены деления шкалы измерительного инструмента. Подсчет частот попадания размеров по каждому разряду производится следующим образом: последовательно выписываются величины интервалов (разряды) от x_{\min} до $x_{\min} + C$, от $x_{\min} + C$ до $x_{\min} + 2C$ и т.д. В каждый интервал включаются размеры, лежащие в пределах от наименьшего значения интервала включительно до наибольшего, исключая его. С помощью условных обозначений подсчитывается число размеров по интервалам.

Результаты подсчета частот приведены в таблице Б.6

Таблица Б.6 – Результаты подсчета частот

Интервалы от до	Середина интервала	Частота, f_i
-0,15.. -0,13	-0,14	3
-0,13.. -0,11	-0,12	8
-0,11 -0,09	-0,10	11
-0,09 -0,07	-0,08	20
-0,07.. -0,05	-0,06	27
-0,05 -0,03	-0,04	36
-0,03 -0,01	-0,02	29
-0,01...+0,01	0	18
+0,01...+0,03	0,02	17
+0,03...+0,05	0,04	17
+0,05...+0,07	0,06	8
+0,07...+0,09	0,08	4
+0,09...+0,11	0,10	1
+0,11...+0,13	0,12	1

Следующим этапом является построение гистограммы распределения или полигона (рисунок Б.1). Полигон часто называют эмпирической кривой распределения.

Для построения гистограммы: по оси абсцисс откладываются в выбранном масштабе величины интервалов, а по оси ординат – величины частот f_x . Для построения полигона распределения (рисунок Б.1) ординаты проводят через середины интервалов. Полученные точки последовательно соединяют отрезками.

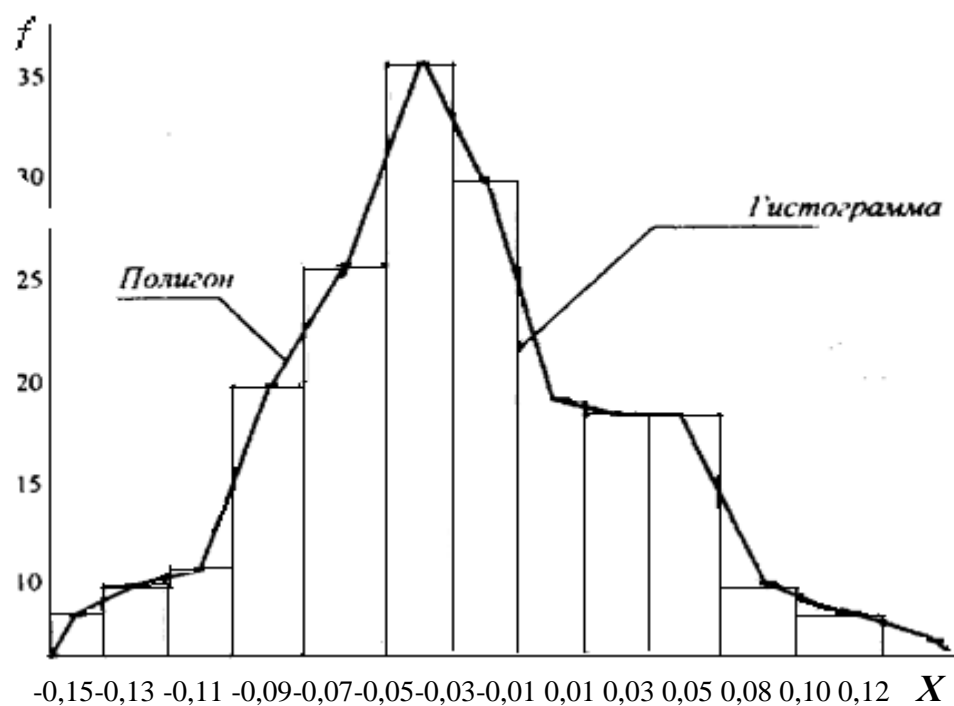


Рисунок Б.1 – Полигон (практическая кривая) и гистограмма

Выбор в качестве графического представления гистограммы или полигона распределения определяется желанием экспериментатора. Следующим этапом является определение характеристик эмпирического распределения X и σ . Для вычисления статистических характеристик применяются формулы

$$\bar{x} = \frac{\sum_i f_i x_i}{N}, \quad S = \sqrt{\frac{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 \cdot f_i}{N}},$$

где f_i – частота i -го разряда; x_i — середина i -го интервала.

Однако эти формулы можно применять только в случае небольшого числа опытов. Для больших выборок используются другие формулы, которые дают такие же результаты, но значительно облегчают расчёты:

$$\bar{x} = a + c \cdot \frac{\sum_i b_i f_i}{N} \quad \text{и} \quad S = c \cdot \sqrt{\frac{\sum_i b_i^2}{N} - \left(\frac{\sum_i b_i f_i}{N}\right)^2}$$

В качестве величины a можно принимать любое значение, но рекомендуется принимать такое значение x , которому соответствует максимальная

частота. Для рассматриваемого примера (таблица Б.6) $a - x_i = -0,04$, т.к. этому значению соответствует максимальная частота $f = 36$. Величина b_i определяется по формуле

$$b_i = \frac{x_i - a}{c}$$

Однако, практически, для вычисления величины b_i расчётов производить не нужно, потому что для интервала, соответствующего максимальной частоте, b всегда равно 0, а для последующих интервалов увеличивается на +1 или -1. Для расчета статистических характеристик предварительно составляется таблица (таблица Б.7).

Первые три колонки таблице Б.7 заполняются по данным таблицы Б.6. В колонке 5 проставляются результаты перемножения соответствующих строк колонок 3 и 4, в колонке 6 – результаты перемножения колонок 4 и 5. Знаки при перемножении обязательно учитываются. В конце колонок 3, 5, 6 проставляются суммы чисел соответствующих колонок. Используя результаты расчетов, получаем

$$\bar{X} = -0,04 + 0,02 \frac{116}{200} = -0,0284 \text{ мм}; S = 0,02 \sqrt{\frac{1390}{200} - \left(\frac{116}{200}\right)^2} = 0,0515 \text{ мм}.$$

Таблица Б.7

Интервалы x от..... до	x_i	f	$b_i = \frac{x_i - a}{c}$	bf	$b^2 f$
1	2	3	4	5	6
-0,15...-0,13	-0,14	3	-5	-15	75
-0,13...-0,11	-0,12	8	-4	-32	128
-0,11...-0,09	-0,10	11	-3	-33	99
-0,09...-0,07	-0,08	20	-2	-40	80
-0,07...-0,05	-0,06	27	-1	-27	27
-0,05...-0,03	-0,04	36	0	0	0
-0,03...-0,01	-0,02	29	1	29	29
-0,01...+0,01	0	18	2	36	72
+0,01...+0,03	0,02	17	3	51	151
+0,03...+0,05	0,04	17	4	68	272
+0,05...+0,07	0,06	8	5	40	200
+0,07...+0,09	0,08	4	6	24	144
+0,09...+0,11	0,10	1	7	7	49
+0,11...+0,13	0,12	1	8	8	64
Σ		200		116	1390

Заключительная стадия заключается в выравнивании эмпирического распределения с предполагаемым теоретическим и состоит из двух этапов. На первом этапе выдвигается гипотеза о предполагаемом теоретическом распределении, и определяются теоретические частоты, на втором этапе предположение проверяется с помощью критерия согласия.

Произведем выравнивание эмпирического распределения с предполагаемым теоретическим. Внешний вид кривой эмпирического распределения позволяет выдвинуть гипотезу, которая хорошо будет согласовываться с тео-

ретиической кривой нормального закона (закона Гаусса), функция плотности которого имеет вид

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_o \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-x_o)^2}{2\sigma_o^2}}$$

Для расчета теоретических частот (fiT) используется формула

$$f_{iT} = \frac{nc}{\sigma_o} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}}$$

где $t = \frac{x - \bar{X}_o}{\sigma_o}$. В качестве \bar{X}_o и σ_o при расчёте fiT используются значения \bar{x} и σ , вычисленные по данным эксперимента.

Функция $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} = z_t$ табулирована (таблица приложения Б.1). В таблице Б.8 представлены расчеты по данным примера.

Таблица Б.8

Номер интервала	Середин интервала	Эмпирические частоты	$xi - \bar{x}$	$ t = \frac{x - \bar{X}_o}{\sigma_o} $	$Z(t)$	$P_{x_i} = \frac{C}{\sigma} Z_t$	$fiT = P(xi)n$
1	-0,14	3	-0,1116	-2,17	0,0379	0,01427	2,94
2	-0,12	8	-0,0916	-1,78	0,0818	0,03177	6,35
3	-0,10	11	-0,0716	-1,39	0,1736	0,06742	13,48
4	-0,08	20	-0,0516	-1,00	0,2420	0,09398	18,80
5	-0,06	27	-0,0316	-0,61	0,3332	0,12940	25,88
6	-0,04	36	-0,0116	-0,23	0,3885	0,15087	30,17
7	-0,02	29	0,0084	0,16	0,3939	0,15297	30,59
8	-0,00	18	0,0284	0,55	0,3429	0,13317	26,63
9	0,02	17	0,0484	0,94	0,2565	0,0996	19,92
10	0,04	17	0,0684	1,33	0,1647	0,07396	14,79
11	0,06	8	0,0884	1,72	0,0909	0,03530	7,06
12	0,08	4	0,1084	2,10	0,0440	0,01709	3,42
13	0,10	1	0,1284	2,49	0,0180	0,00699	1,40
14	0,12	1	0,1484	2,88	0,0063	0,0063	0,49
	Σ	200					200

Проверка гипотезы о законе распределения

Для проверки гипотезы о законе распределения пользуются рядом критериев, из которых наибольшее практическое применение имеют критерий λ А.Н. Колмагорова и критерий χ^2 К. Пирсона. Чтобы применять или забраковать гипотезу при помощи этих критериев, установлены их уровни значимости. Уровень значимости представляет собой достаточно малое значение вероятности, отвечающее событиям, которые в данной обстановке исследования можно считать практически невозможными. Обычно применяют пяти-, двух- или однопроцентный уровень значимости. В технике рекомендуется принимать пятипроцентный уровень значимости.

Критерий λ А.Н. Колмогорова

Для вычисления величины λ необходимо предварительно определить эмпирическую $F(x)_э$ и теоретическую $F(x)_т$ функции предполагаемого закона распределения для каждого значения исследуемой случайной величины. Затем по максимальной разности этих функций находим λ :

$$\lambda = \frac{N_{xэ} - N_{xт}}{N} \sqrt{n},$$

где $N_{xэ}$ и $N_{xт}$ – накопленные эмпирические и теоретические частоты; N – число экспериментов (объем выборки).

Накопленной частотой любого m -го значения x_i называется сумма частот всех предшествующих значений x_i , включающая и частоту самого x_i , т.е.

$$N_{xm} = \sum_{i=1}^m f_i,$$

где m – число значений x_i (число разрядов); f_i – частота i -го значения x .

По вычисленному значению λ определяют $P(\lambda)$ (таблица приложения Б.2). Если вероятность согласования $P(\lambda)$ окажется больше выбранного уровня значимости, то можно сделать вывод о согласуемости эмпирического и теоретического распределений.

Последовательность вычислений показана в таблице Б.9, данные для которой взяты из таблицы Б.8. В колонках 4 и 5 таблицы Б.9 приведены накопленные суммы, которые образуются путём прибавления последующих частот к сумме предыдущих, (колонки 2 и 3). Затем составляется разность между накопленными теоретическими и эмпирическими суммами (колонка 6) и выбирается максимальная по абсолютной величине разность. Коэффициент λ определяется так:

$$\lambda = \frac{|N_{xэ} - N_{xт}|}{N} \sqrt{n} = \frac{7,38}{200} \sqrt{200} = 0,50904.$$

Таблица Б.9

Номер интервала	$f_{iэ}$	$f_{iт}$	$N_{xэ}$	$N_{iт}$	$N_{xэ} - N_{iт}$
1	2	3	4	5	6
1	3	2,94	3	2,94	+0,06
2	8	6,35	11	9,29	+ 1,71
3	11	13,48	22	22,77	-0,77
4	20	18,80	42	41,57	+0,48
5	27	25,88	69	67,45	+ 1,55
6	36	30,17	105	97,62	+7,38
7	29	30,59	134	128,21	+5,79
8	18	26,63	152	154,84	-2,84
9	17	19,92	169	174,76	-5,76
10	17	14,79	186	189,55	-3,55
11	8	7,06	195	196,61	-1,61
12	4	3,42	199	199,03	-0,03
13	1	1,40	200	200,43	-0,43
14	1	0,49			
Σ	200				

Пользуясь таблицей приложения Б.2 для данного значения λ , находим вероятность того, что гипотетическая функция выбрана правильно.

Для $\lambda = 0,5$ $P(\lambda) = 0,96 \gg 0,05$, т.е. вероятность согласования очень высокая.

Критерий χ^2 К. Пирсона

Критерий χ^2 вычисляется по формуле:

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (f_{iэ} - f_{iT})^2}{f_{iT}},$$

где m – число разрядов; $f_{iэ}$ – эмпирическая частота, f_{iT} – теоретическая частота.

Для вычисления χ^2 необходимо определить число степеней свободы $r = m - P - 1$, где P – число параметров теоретического распределения (для нормального закона $P = 2$).

Вероятность согласования определяется по таблице приложения Б.3 в зависимости от числа степеней свободы r , которое сравнивается с выбранным уровнем значимости. Если $P(\chi^2)$ больше выбранного уровня значимости, то гипотеза о согласовании принимается. Последовательность вычисления критерия χ^2 показана в таблице Б.10 (данные те же, что и для определения критерия λ).

Условия применимости критерия χ^2 требуют, чтобы в каждом разряде число частот было не меньше пяти. Поэтому, прежде чем проводить дальнейшие вычисления, необходимо объединить частоты, встречаемость которых меньше пяти (таблица Б.10, колонки 2 и 3). Полученная сумма чисел в последней колонке даёт величину критерия $\chi^2 = 5,88$.

Таблица Б.10

Номер интервала	$f_{iэ}$	f_{iT}	$f_{iэ} - f_{iT}$	$(f_{iэ} - f_{iT})^2$	$\frac{(f_{iэ} - f_{iT})^2}{f_{iT}}$
1	2	3	4	5	6
1	3	2,94	1,71	2,9241	0,31
2	8	6,35			
3	11	13,48	2,48	6,1504	0,46
4	20	18,80	1,20	1,4400	0,08
5	27	25,88	1,12	1,2544	0,05
6	36	30,17	5,83	33,9889	1,13
7	29	30,59	1,59	2,5281	0,08
8	18	26,63	8,63	74,4769	2,80
9	17	19,92	2,92	8,5264	0,43
10	17	14,79	2,21	4,8841	0,35
11	8	7,06	0,94	0,8836	0,12
12	4	3,42			
13	1	1,40	0,69	0,4761	0,09
14	1	0,49			
Σ	200				5,88

Определим данные, необходимые для вычисления числа степеней свободы r .

Число разрядов m после объединения частот равно 11, число параметров P равно 2. Следовательно, $r = m - P - 1 = 11 - 2 - 1 = 8$. По таблице приложения Б.3 для $r = 8$ и $\chi^2 = 5,88$ приближенное значение $P(\chi^2)$ равно 0,68, т.е. критерий χ^2 (как и критерий λ) показал хорошее согласование эмпирического и теоретического распределений.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.1

(справочное)

$$Z(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right)$$

Значение функции

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,3989	3989	3989	3988	3986	3984	3982	3980	3977	3973
0,1	3980	3965	3961	3956	3951	3945	3939	3932	3925	3918
0,2	3910	3902	3894	3885	3867	3857	3856	3847	3836	3825
0,3	3814	3802	3790	3778	3765	3752	3739	3726	3712	3696
0,4	3683	3668	3653	3637	3621	3605	3589	3589	3555	3538
0,5	3521	3503	3485	3467	3448	3429	3410	3391	3372	3352
0,6	3332	3312	3292	3271	3251	3230	3209	3189	3166	3144
0,7	3123	3101	3079	3056	3034	3011	2989	2966	2943	2920
0,8	2897	2874	2850	2827	2803	2780	2755	2732	2709	2685
0,9	2661	2637	2613	2589	2565	2541	2516	2492	2468	2444
1,0	0,2420	2395	2372	2342	2323	2299	2275	2251	2227	2203
1,1	2179	2155	2131	2107	2083	2059	2036	2012	1989	1965
1,2	1942	1919	1895	1872	1849	1826	1804	1781	1758	1736
1,3	1714	1691	1669	1647	1624	1604	1582	1561	1539	1518
1,4	1497	1476	1456	1435	1415	1394	1374	1354	1334	1315
1,5	1295	1276	1257	1238	1219	1200	1182	1163	1145	1127
1,6	1109	1092	1074	1057	1040	1023	1006	0989	0973	0957
1,7	0940	0925	0909	0893	0878	0863	0848	0833	0818	0804
1,8	0790	0775	0761	0748	0734	0721	0707	0694	0681	0669
1,9	0656	0644	0632	0620	0608	0596	0584	0573	0562	0551
2,0	0,0540	0529	0569	0508	0498	0488	0478	0468	0459	0449
2,1	0440	0431	0422	0413	0404	0396	0387	0379	0371	0363
2,2	0355	0347	0339	0332	0325	0317	0310	0303	0297	0290
2,3	0289	0277	0270	0264	0268	0252	0246	0241	0235	0229
2,4	0224	0219	0213	0208	0203	0198	0194	0189	0184	0180
2,5	0175	0171	0167	0163	0158	0154	0151	0147	0143	0139
2,6	0136	0132	0129	0126	0122	0119	0116	0113	0110	0107
2,7	0104	0101	0099	0096	0093	0091	0088	0086	0084	0081
2,8	0070	0077	0075	0073	0071	0069	0067	0065	0063	0061
2,9	0060	0058	0056	0055	0053	0051	0050	0048	0047	0046
3,0	0,0044	0043	0042	0040	0039	0038	0037	0036	0035	0034
3,1	0033	0032	0031	0030	0029	0028	0027	0026	0025	0025
3,2	0024	0023	0022	0022	0021	0020	0020	0019	0018	0018
3,3	0017	0017	0016	0016	0015	0015	0014	0014	0013	0013
3,4	0012	0012	0012	0011	0011	0010	0010	0010	0009	0009
3,5	0009	0008	0008	0008	0008	0007	0007	0007	0007	0006
3,6	0006	0006	0006	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0004
3,7	0004	0004	0004	0004	0004	0004	0003	0003	0003	0003
3,8	0003	0003	0003	0003	0003	0002	0002	0002	0002	0002
3,9	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0001	0001

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.2
(справочное)

Значения вероятностей $P(\lambda)$ при 5%- ном уровне значимости

λ	$P(\lambda)$	λ	$P(\lambda)$	λ	$P(\lambda)$	λ	$P(\lambda)$
0,30	1,000	0,70	0,7112	1,20	0,1122	1,90	0,0015
0,35	0,9997	0,75	0,6272	1,30	0,0681	2,00	0,0007
0,40	0,9972	0,80	0,5441	1,40	0,0397	2,10	0,0003
0,45	0,9874	0,85	0,4653	1,50	0,0222	2,20	0,0001
0,50	0,9639	0,90	0,3927	1,60	0,0120	2,30	0,0001
0,55	0,9228	0,95	0,3275	1,70	0,0062	2,40	0,0000
0,60	0,8643	1,00	0,2700	1,80	0,0032	2,50	0,0000
0,65	0,7920	1,10	0,1777				

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.3
(справочное)

Вероятности P для критерия Пирсона χ^2

χ^2	r							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,3173	0,6055	0,8013	0,9098	0,9626	0,9856	0,9948	0,9982
2	1574	3679	5724	7358	8491	9197	9598	9810
3	0833	2231	3916	5578	7000	8088	8850	9344
4	0455	1353	2615	4060	5494	6767	7798	8571
5	0254	0821	1718	2873	4159	5438	6600	7576
6	0143	0498	1116	1991	3062	4232	5398	6472
7	0081	0302	0719	1359	2206	3208	4289	5366
8	0047	0183	0460	0916	1562	2381	3326	4335
9	0027	0111	0293	0611	1091	1736	2527	3423
10	0016	0067	0186	0404	0752	1247	1886	2650
11	0009	0041	0117	0266	0514	0884	1386	2017
12	0005	0025	0074	0174	0348	0620	1006	1512
13	0003	0015	0046	0113	0234	0430	0721	1119
14	0002	0009	0029	0073	0156	0296	0512	0818
15	0001	0006	0018	0047	0104	0203	0360	0591
16	0001	0003	0011	0030	0068	0138	0251	0424
17	0000	0002	0007	0019	0045	0093	0174	0301
18	0000	0001	0004	0012	0029	0062	0120	0212
19	0000	0001	0003	0008	0019	0042	0082	0149
20	0000	0000	0002	0005	0013	0028	0056	0103
21	0000	0000	0001	0003	0008	0018	0038	0071
22	0000	0000	0001	0002	0005	0012	0025	0049
23	0000	0000	0000	0001	0003	0008	0017	0034
24	0000	0000	0000	0001	0002	0005	0011	0023
25	0000	0000	0000	0001	0001	0003	0008	0016
26	0000	0000	0000	0000	0001	0002	0005	0010
27	0000	0000	0000	0000	0001	0001	0003	0007
28	0000	0000	0000	0000	0000	0001	0002	0005
29	0000	0000	0000	0000	0000	0001	0001	0003
30		0000	0000	0000	0000	0000	0001	0002

продолжение

χ^2	<i>r</i>						
	9	10	11	12	13	14	15
1	0,9994	0,9998	0,9999	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
2	9915	9963	9985	0,9994	0,9998	09999	1,0000
3	9643	9814	9907	9955	9979	9991	0,9996
4	9114	9473	9699	9834	9912	9955	9977
5	8343	8912	9312	9580	9752	9858	9921
6	7399	8153	8734	9161	9462	9665	9797
7	6371	7254	7991	8576	9022	9347	9576
8	5341	6288	7133	7851	8436	8893	9238
9	4373	5321	6219	7029	7729	8311	8775
10	3505	4405	5304	6160	6939	7622	8197
11	2757	3575	4433	5289	6108	6860	7526
12	2133	2851	3626	4457	5276	6063	6790
13	1626	2237	2933	3690	4478	5265	6023
14	1223	1730	2330	3007	3738	4497	5255
15	0909	1321	1825	2414	3074	3782	4514
16	0669	0996	1411	1912	2491	3134	3821
17	0487	0744	1079	1496	1993	2592	3189
18	0352	0550	0816	1157	1575	2068	2627
19	0252	0403	0611	0885	1231	1649	2137
20	0179	0293	0453	0671	0952	1301	1719
21	0126	0211	0334	0504	0729	1016	1368
22	0089	0151	0244	0375	0554	0786	1078
23	0062	0107	0177	0277	0417	0603	0841
24	0043	0076	0127	0203	0311	0458	0651
25	0030	0053	0091	0148	0231	0346	0499
26	0020	0037	0065	0107	0170	0259	0380
27	0014	0026	0046	0077	0124	0193	0287
28	0010	0018	0032	0055	0090	0142	0216
29	0006	0012	0023	0039	0065	0104	0161
30	0004	0009	0016	0028	0047	0076	0119

продолжение

χ^2	<i>r</i>						
	16	17	18	19	20	21	22
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
3	0,9998	0,9999	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
4	9989	9995	09998	0,9999	1,0000	1,0000	1,0000
5	9958	9978	9989	9994	0,9997	0,9999	0,9999
6	9881	9932	9962	9979	9989	9994	9997
7	9733	9835	9901	9942	9967	9981	9990
8	9489	9665	9786	9867	9919	9951	9972
9	9134	9403	9597	9735	9829	9892	9933
10	8666	9036	9319	9539	9682	9789	9863
11	8095	8566	8944	9238	9462	9628	9747
12	7440	8001	8472	8856	9161	9396	9574
13	6728	7362	7916	8386	8774	9086	9332
14	5987	6671	7291	7837	8305	8696	9015
15	5246	5955	6620	7226	7764	8230	8622
16	4530	5238	5925	6573	7166	7696	8159
17	3856	4544	5231	5899	6530	7111	7634
18	3239	3888	4557	5224	5874	6490	7060
19	2687	3285	3918	4568	5218	5851	6453
20	2202	2742	3328	3946	4579	5213	5830
21	1785	2263	2794	3368	3971	4589	5207
22	1432	1847	2320	2843	3405	3995	4599
23	1137	1493	1906	2373	2888	3440	4017
24	0895	1194	1550	1962	2424	2931	3472
25	0698	0947	1249	1605	2014	2472	2971
26	0540	0745	0998	1302	1658	2064	2517
27	0415	0581	0797	1047	1353	1709	2112
28	0316	0449	0621	0834	1094	1402	1757
29	0239	0345	0484	0660	0878	1140	1449
30	0180	0263	0374	0518	0699	0920	1185

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(рекомендуемое)

**ТЕСТЫ для проверки самостоятельно освоенных тем
в первом полугодии второго года обучения**

1. Понятие «наука» ассоциируется с понятием «знание», т.к. одна из главных задач науки — получение и систематизация знаний. Укажите виды знаний (выберите несколько правильных ответов):

- | | |
|------------------------|----------------------|
| 1) обыденные; | 4) гипотетические; |
| 2) характеристические; | 5) прозаические; |
| 3) научные; | 6) проблематические. |

2. «Наука - это система, т.е. приведенная в порядок на основании известных принципов совокупность знаний», - сказал философ XVIII в.:

- | | |
|------------|-----------------|
| 1) Сократ; | 4) Б.Спиноза; |
| 2) И.Кант; | 5) М.Ломоносов; |
| 3) О.Конт; | 6) Ф.Ницше. |

3. Методы исследования бывают (выберите несколько правильных ответов):

- 1) эмпирические;
- 2) общие;
- 3) лабораторные;
- 4) теоретические;
- 5) специфические
- 6) прикладные.

4 ... - правильное, адекватное отражение предметов и явлений действительности, воспроизводящее их так, как они существуют вне и независимо от сознания.

Подберите необходимое слово, чтобы получить верное утверждение:

- | | |
|--------------|-----------------|
| 1) истина; | 4) верификация; |
| 2) аспект; | 5) закон; |
| 3) гипотеза; | 6) рефлексия. |

5. Современная наука — это совокупность отдельных научных отраслей, которые классифицируются по разным основаниям. Науки бывают (выберите несколько правильных ответов):

- | | |
|---------------------|-------------------|
| 1) фундаментальные; | 4) специфические; |
| 2) эмпирические; | 5) прикладные; |
| 3) теоретические; | 6) неточные. |

6. В практике научного предвидения существуют различные методы оценки будущего состояния объекта. Их объединяют в три основные группы (выберите правильный вариант):

- 1) экстраполяция, экспертная оценка, моделирование;
- 2) наблюдение, сравнение, эксперимент;
- 3) абстрагирование, анализ, индукция;
- 4) экстраполяция, дедукция, моделирование;
- 5) интерполяция, индукция, дедукция
- 6) экстраполяция, интерполяция, моделирование.

7. Синонимом научного исследования и методом исследования путем разложения целого предмета на составные части является:

- 1) синтез;
- 2) абстрагирование
- 3) детализация;
- 4) дефрагментация;
- 5) формализация;
- 6) анализ.

8. Основным, исходным положением какой-либо теории, учения, науки, мировоззрения является:

- 1) синтез;
- 2) принцип;
- 3) гипотеза;
- 4) анализ;
- 5) аспект;
- 6) проблема.

9. Методология научного познания - это:

- 1) система взглядов на что-либо;
- 2) система конкретных приемов или способов осуществления какого-либо исследования;
- 3) способ применения старого знания для получения нового знания;
- 4) учение о принципах, формах и способах научно-исследовательской деятельности;
- 5) разработка плана проведения научных работ;
- 6) учение об основах научно-исследовательской деятельности.

10. Научное предположение, выдвигаемое для объяснений каких-либо явлений — это:

- 1) верификация;
- 2) аналогия;
- 3) антитеза;
- 4) теория;
- 5) гипотеза;
- 6) доказательство.

11. Особым видом экспериментального исследования, представляющего собой специальное задание с учетом времени его выполнения является:

- 1) анализ;
- 2) тест;
- 3) синтез;
- 4) эксперимент;
- 5) концепция;
- 6) абстракция.

12. Существуют различные методы исследования. Такие методы, как *индукция, дедукция, аналогия, синтез, анализ, абстрагирование, сравнение* относят к ... методам.

Подберите пропущенное слово:

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1) специфическим; | 4) всеобъемлющим; |
| 2) общим; | 5) гуманитарным; |
| 3) частным; | 4) общеизвестным. |

13. Научный метод служит получению и обоснованию объективного знания. Различают методы общие и специфические. Общими называются методы, которые применяются в человеческом познании в целом, а специфическими - те, которыми пользуется только ...

Подберите пропущенное слово:

- | | |
|----------------|------------------|
| 1) метафизика; | 4) эксперимент; |
| 2) наука; | 5) глобалистика; |
| 3) практика; | 6) методология. |

14. *Эксперимент* является важнейшим научным методом. Для статистической обработки результатов эксперимента применяется – метод ..., позволяющий анализировать влияние различных факторов на исследуемую зависимую переменную. Подберите пропущенное название метода:

- 1) дисперсионный анализ;
- 2) предварительный тест;
- 3) выборочный опрос;
- 4) апагогическое доказательство;
- 5) статистический анализ;
- 6) аналитический тест.

15. Какая форма выражения результата познания является главной на эмпирическом уровне научного исследования?

- 1) понятие;
- 2) закон;
- 3) гипотеза;
- 4) теория;
- 5) эмпирический факт;
- 6) научная картина исследуемой реальности;
- 7) принцип;
- 8) статистическое описание.

16. Актуальность темы - это:

- 1) ее соответствие предмету определенной научной дисциплины;
- 2) ее логическая структура;
- 3) теоретическая и практическая значимость для настоящего времени,

17. Как соотносятся цели и задачи исследования:

- 1) как общее и особенное;
- 2) как особенное и общее;
- 3) это однопорядковые элементы.

18. В каком соотношении находится содержание понятий «проблема» и «вопрос»:

- 1) их содержание совпадает;
- 2) это несопоставимые понятия;
- 3) в отношении «целое-часть»;
- 4) в отношении «часть-целое».

19. Рабочий план - это:

- 1) исходный, подлежащий уточнению, вариант исследования;
- 2) особого рода гипотеза;
- 3) особого рода алгоритм решения проблемы.

20. Посредством какого понятия в научном познании фиксируется совокупность интересующих исследователя характеристик объекта:

- 1) проблема;
- 2) задача;
- 3) цель исследования;
- 4) предмет исследования;
- 5) метод;
- 6) теория;
- 7) гипотеза;
- 8) закон.

21. В каком соотношении находится содержание понятий «объект исследования» и «предмет исследования»:

- 1) это несопоставимые понятия;
- 2) в отношении «целое-часть»;
- 3) в отношении «часть-целое»;
- 4) их содержание совпадает

22. Что такое метод?

- 1) совокупность выполняемых исследователем познавательных действий;
- 2) предположение о возможном состоянии объекта;
- 3) система предписаний, регламентирующих познавательные действия исследователя;
- 4) форма знания об исследуемом объекте.

23. Чувственно-предметная деятельность в науке с общепhilosophической точки зрения - это:

- 1) эксперимент;

- 2) исследование;
- 3) информация.

24. Систематическое целенаправленное восприятие того или иного объекта или явления без воздействия на него - это:

- 1) эксперимент;
- 2) наблюдение;
- 3) исследование;
- 4) информация.

25. Эксперимент, проводящийся в специальных условиях с применением типовых приборов, стендов, оборудования, называется:

- 1) контролирующий;
- 2) искусственный;
- 3) лабораторный;
- 4) решающий;
- 5) стандартный.

26. Эксперимент, предусматривающий активное изменение структуры и функций объекта исследования в соответствии с выдвинутой гипотезой, называется:

- 1) натуральный;
- 2) контролирующий;
- 3) созидательный;
- 4) искусственный;
- 5) лабораторный.

27. Эксперимент, позволяющий установить соотношения между характеристиками явления путем внешнего воздействия на объект исследования, называется:

- 1) количественный;
- 2) качественный;
- 3) мысленный;
- 4) умственный.

28. В каком эксперименте уровни факторов в каждом опыте задаются исследователем?

- 1) пассивном;
- 2) мысленном;
- 3) активном;
- 4) искусственном;
- 5) натурном.

29. Какие задачи решаются при разработке методики проведения эксперимента?

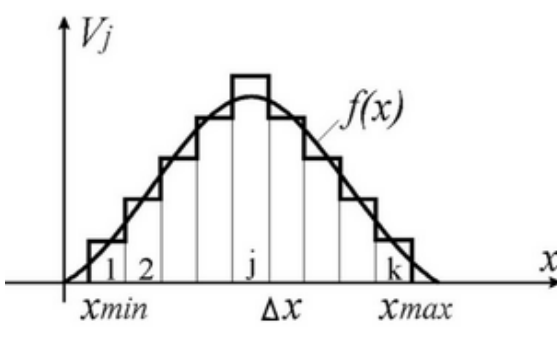
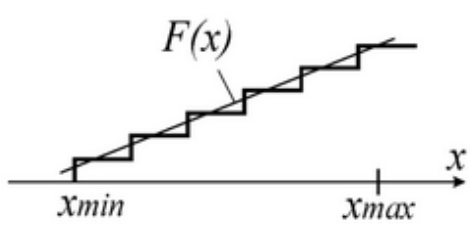
- 1) определение исходных гипотез;
- 2) выбор варьируемых факторов;
- 3) определение пределов измерений;
- 4) регистрация откликов;
- 5) сравнение по критерию Стьюдента,

30. Какую погрешность уменьшает исследователь при проведении многократных измерений?

- 1) Систематическую;
- 2) Случайную;
- 3) Инструментальную;
- 4) Субъективную;
- 5) Дополнительную.

**ТЕСТЫ для проверки самостоятельно освоенных тем
во втором полугодии второго года обучения**

1. Установите соответствие функции распределения и ее вида

Функция распределения	Вид функции распределения
<p>1)</p> 	А) интегральный
<p>2)</p> 	Б) дифференциальный

2. Выборочная дисперсия определяется по формуле:

- 1) $D(X) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$;
- 2) $D(X) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$;
- 3) $D(X) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$;

$$4) D(X) = \sqrt{\frac{1}{n}(x_i - \bar{x})}.$$

3. Конечная цель силовых экспериментов заключается в:
- 1) описании зависимости между варьируемым параметром и силой резания;
 - 2) установление функциональной связи между варьируемым параметром и силой резания;
 - 3) установление теоретической связи между варьируемым параметром и силой резания и описания этой зависимости математической формулой;
 - 4) установление функциональной связи между варьируемым параметром и силой резания и описания этой зависимости математической формулой.

4. Перед математической обработкой экспериментальных данных силовых экспериментов полученные значения силы резания

- 1) проверяют;
- 2) анализируют;
- 3) усредняют;
- 4) ничего не делают;
- 5) логарифмируют.

5. Какие требования предъявляют к аппроксимирующей формуле, описывающей экспериментальные данные?

- 1) простота;
- 2) универсальность;
- 3) максимальная точность описания устанавливаемой зависимости;
- 4) быстрота обработки экспериментальных данных;
- 5) наглядность.

6. В основе метода наименьших квадратов лежит критерий

$$1) S = \sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2 \rightarrow \min ;$$

$$2) S = \sum_{i=1}^n (y_i + f(x_i))^2 \rightarrow \min ;$$

$$3) S = \sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2 \rightarrow \max ;$$

$$4) S = \sum_{i=1}^n (y_i^2 - f^2(x_i)) \rightarrow \min ;$$

$$5) S = \sum_{i=1}^n (y_i + f(x_i))^2 \rightarrow \max .$$

7. Формулу, полученную при обработке экспериментальных данных можно использовать при любых значениях параметра. Так ли это?

- 1) нет;
- 2) да;
- 3) не всегда;
- 4) в зависимости от вида функции.

8. Что характеризует математическое ожидание системы?

- 1) степень детерминированности системы;
- 2) полезный сигнал на выходе системы;
- 3) шум, излучаемый системой;
- 4) эволюцию системы;
- 5) отсутствие влияния внешних факторов на систему.

9. Что характеризует корреляционная функция при нулевом фазовом сдвиге?

- 1) ошибку системы;
- 2) полезный сигнал на выходе системы;
- 3) шум, излучаемый системой;
- 4) степень хаотичности системы;
- 5) вероятность следующего нулевого значения корреляционной функции.

10. Существует ли связь между корреляционной функцией и спектральной плотностью случайного процесса?

- 1) да, через преобразование Лапласа;
- 2) да, через преобразование Лагранжа;
- 3) нет;
- 4) да, через преобразование Фурье;
- 5) да, через несобственный интеграл первого рода.

11. Реферат-это:

- 1) краткое обобщенное изложение содержания оригинального произведения, проблемы, темы;
- 2) основные выводы по теме исследования;
- 3) альтернативный вопрос.

12. Печатный лист - это:

- 1) страница текста, набранная компьютерным способом;
- 2) страница текста, набранная на печатной машинке;
- 3) единица измерения объема текста.

13. Ссылка-это:

- 1) указание на цитируемый или используемый источник;
- 2) способ аргументации;

3) авторское пояснение, способствующее правильному пониманию текста.

14. Сноска - это:

1) авторское пояснение, способствующее правильному пониманию текста;

2) сокращение части текста;

3) способ компоновки текста.

15. Приложения располагаются:

1) в необходимом месте основного текста;

2) в конце крупных фрагментов основного текста;

3) вне основного текста как заключительный фрагмент работы.

