


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра интеллектуальных информационных радиофизических систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

  
(подпись)

И.С. Огнев

«23» мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

**«Планирование и обработка результатов инженерного эксперимента»**

Направление подготовки  
«11.03.01 Радиотехника»

Направленность (профиль)  
«00 Радиотехника»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «17» апреля 2023 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК  
физического факультета  
протокол № 5 от «25» апреля 2023 года

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Планирование и обработка результатов инженерного эксперимента» являются: ознакомление слушателей с основными методами планирования и обработки инженерных экспериментов.

Основная задача курса – способствовать созданию у студентов представления о методах планирования и проведения эксперимента, обработки результатов, знания типов погрешностей и путей их уменьшения, навыков в области планирования и постановки эксперимента в соответствии с целями исследования, умения грамотно производить экспериментальные исследования.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина является дисциплиной по выбору и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Требуется знание, полученных при изучении дисциплин «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Основы теории цепей». Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, используются при изучении других специальных дисциплин и в НИРС.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК-1 способен осуществлять сбор и обработку исходных данных для решения поставленных профессиональных задач в области радиотехники, осуществлять поиск, анализ и выбор методов их решения.	ИД_ПК-1.2 Проводит анализ и обоснованный выбор методов решения профессиональных задач в области радиотехники.	<b>Знать:</b> – основные методы обработки экспериментальных данных. – <b>Уметь:</b> – применять методы точечного оценивания неизвестных параметров; – использовать критерии согласия Колмогорова и Пирсона. <b>Владеть навыками:</b> – нахождения статистических характеристик на основе конечной выборки: выборочных моментов, квантилей, построения вариационного ряда, гистограммы, функции распределения.

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачёт. ед., 144 акад. час.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоёмкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)  Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Основные понятие и классификация инженерных экспериментов	7		2				1	
2	Элементы теории вероятности и математической статистики	7		4	5	1		12	Домашняя работа №1 Лабораторная работа №1.
3	Методы теории точечного оценивания	7		7	6	1		10	Домашняя работа №2 Лабораторная работа №2.
4	Элементы теории проверки гипотез. Критерии согласия	7		7	6	1		10	Домашняя работа №3 Лабораторная работа №3.
5	Дисперсионный анализ	7		5		1		10	Домашняя работа №4.
6	Корреляционный анализ	7		7				9	Домашняя работа №5.
7	Компьютерные методы статистической обработки результатов инженерного эксперимента	7		2		1			Контрольная работа.
	Всего			34	17	5		52	
	Промежуточная аттестация	7				2	0,5	33,5	Экзамен
	ИТОГО	7		34	17	7	0,5	85,5	144
	в том числе с ЭО и ДОТ								

#### Содержание разделов дисциплины

##### 1. Основные понятие и классификация инженерных экспериментов.

Понятие инженерного эксперимента. Цель инженерного эксперимента. Классификация видов экспериментальных исследований Факторы влияющие на проведение эксперимента. Теоретическое обеспечение процесса проведения инженерного эксперимента.

##### 2. Элементы теории вероятности и математической статистики.

Основные понятия теории вероятности и математической статистики: вероятностное пространство, случайная величина, выборка. Описание случайных величин. Функция распределения, плотность вероятности. Моменты случайной величины: начальные, центральные, абсолютные, абсолютные центральные. Выборочные характеристики: выборочное среднее, среднеквадратическое отклонение, дисперсия, асимметрия, эксцесс, мода, медиана, квантили (квартиль, дециль, процентиль), интерквартильный размах. Законы распределения дискретных случайных величин: биномиальное распределение,

пуассоновское распределения, отрицательное биномиальное распределение, геометрическое и гипергеометрическое распределения. Их характеристики: функция вероятности, функция распределения, математическое ожидание, дисперсия. Примеры использования моделей. Связь рассмотренных моделей со схемой Бернулли. Примеры использования моделей. Законы распределения непрерывных случайных величин: равномерное распределение, нормальное, логнормальное, распределение Симпсона, распределение  $\chi^2$ , Стюдента, Фишера-Снедекора, экспоненциальное распределение, распределение Рэлея, Райса, Коши. Их характеристики: функция плотности вероятности, функция распределения, математическое ожидание, дисперсия. Примеры использования моделей.

*Лабораторная работа №1 «Методы предварительной обработки экспериментальных данных».*

### **3. Методы теории точечного оценивания.**

Постановка задачи. Характеристики точечных оценок: состоятельность, смещённость, эффективность. Метод максимального правдоподобия, его характеристики. Метод моментов. Метод наименьших квадратов и его разновидности. Сравнение методов точечного оценивания. Способы построения интервальных оценок.

*Лабораторная работа №2 «Методы точечного оценивания параметров».*

### **4. Элементы теории проверки гипотез. Критерии согласия.**

Классификация задач проверки гипотез: проверка простых и сложных гипотез. Ошибки первого и второго рода. Уровень значимости и доверительная вероятность. Критерии согласия. Классификация критериев, постановка задачи. Критерий Колмогорова, Колмогорова-Смирнова, критерий Пирсона.

*Лабораторная работа №3 «Критерии согласия».*

### **5. Дисперсионный анализ.**

Постановка задачи дисперсионного анализа. Ограничения классического дисперсионного анализа. Построение выборочной таблицы, виды выборочных дисперсий. Алгоритм однофакторного дисперсионного анализа. Алгоритм двухфакторного дисперсионного анализа.

### **6. Корреляционный анализ.**

Постановка задачи корреляционного анализа. Случай линейной зависимости: коэффициент корреляции, процедура его оценивания. Случай нелинейной зависимости: корреляционное отношение, процедура его оценивания.

### **7. Компьютерные методы статистической обработки результатов инженерного эксперимента в прикладных пакетах.**

Обзор программных пакетов обработки экспериментальных данных.

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения проводятся лекции, практические и лабораторные занятия, в ходе которых используются следующие типы занятий и образовательные технологии.

**Вводная лекция** - ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются

методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция** (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

**Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

**Лабораторное занятие** – это проведение студентами по заданию преподавателя опытов с использованием приборов, инструментов и других технических приспособлений, то есть это изучение каких-либо явлений с помощью специального оборудования. Лабораторные занятия, являясь одной форм учебных занятий, дают возможность наглядно сформировать представление об изучаемых явлениях и процессах, помогают овладеть техникой эксперимента, а также решать практические задачи путём постановки опыта.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

**Электронный учебный курс «Планирование и обработка результатов инженерного эксперимента» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

## **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- Adobe Acrobat Reader.

## **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» [http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Гвоздарев, А.С. Планирование и обработка результатов инженерного эксперимента: метод. указания для студентов, обучающихся по направлению Радиотехника / А.С. Гвоздарев, Т.К. Артемова ; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та – Ярославль: ЯрГУ, 2014. – 59 с. - : прил. Электронный вариант: <http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20140706.pdf>
2. Герасимов, В. Г. Электротехнический справочник : В 4 т. Т. 1. Общие вопросы. Электротехнические материалы / под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. И. Н. Орлов) - 10-е изд. , стер. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2007. - 440 с.  
URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383000823.html>
3. Вознесенский, А. С. Компьютерные методы в научных исследованиях / Вознесенский А. С. - Москва : МИСиС, 2016. - 227 с.  
URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906846037.html>

### **б) дополнительная литература**

1. Алексеев, Е. Р. Введение в Octave / Алексеев Е. Р. , Чеснокова О. В. - Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016.  
URL : [https://www.studentlibrary.ru/book/intuit\\_046.html](https://www.studentlibrary.ru/book/intuit_046.html)

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим программам дисциплин.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в

электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся, группа обучающихся делится на две подгруппы).

Учебно-методическое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав:

Авторы:

Доцент кафедры  
интеллектуальных информационных  
радиофизических систем, к. ф.-м. н., доцент

А.С. Гвоздарёв

**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины  
«Планирование и обработка результатов инженерного эксперимента»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,  
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,  
характеризующих этапы формирования компетенций**

**Контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущей аттестации**

**Задания для самостоятельной работы**

**Задания по теме № 2 «Элементы теории вероятности и математической статистики» –  
Домашнее задание №1**

1. Решить задачи 1 – 4 из раздела №2 методических указаний «Планирование и обработка результатов инженерного эксперимента» (Гвоздарёв А.С., Артёмова Т.К. / ЯрГУ, 2014), рекомендованных в списке литературы.

**Задания по теме № 3 «Методы теории точечного оценивания» – Домашнее задание №2**

1. Решить задачи 18 – 19 из раздела №2 методических указаний «Планирование и обработка результатов инженерного эксперимента» (Гвоздарёв А.С., Артёмова Т.К. / ЯрГУ, 2014), рекомендованных в списке литературы.
2. Для случайной величины  $\xi \sim N(\mu, \sigma^2)$  (подчиняющейся нормальному распределению) на основе выборки, объёмом  $N$  реализаций  $\{x_1, x_2, x_3 \dots x_N\}$ , методами моментов и максимального правдоподобия оценить параметры  $\mu, \sigma^2$ .
3. Для случайной величины  $\xi \sim U(a, b)$  (подчиняющейся равномерному распределению) на основе выборки, объёмом  $N$  реализаций  $\{x_1, x_2, x_3 \dots x_N\}$ , методом моментов оценить параметры  $a$  и  $b$ .
4. Для случайной величины  $\xi \sim \text{Pois}(\lambda)$  (подчиняющейся распределению Пуассона) на основе выборки, объёмом  $N$  реализаций  $\{x_1, x_2, x_3 \dots x_N\}$ , методами моментов и максимального правдоподобия оценить параметр  $\lambda$ .
5. Для случайной величины  $\xi \sim \text{Rayleigh}(\sigma^2)$  (подчиняющейся распределению Рэлея) на основе выборки, объёмом  $N$  реализаций  $\{x_1, x_2, x_3 \dots x_N\}$ , методом максимального правдоподобия оценить параметр  $\sigma^2$ .
6. Для случайной величины  $\xi \sim \text{Exp}(\lambda)$  (подчиняющейся экспоненциальному распределению) на основе выборки, объёмом  $N$  реализаций  $\{x_1, x_2, x_3 \dots x_N\}$ , методами моментов и максимального правдоподобия оценить параметр  $\lambda$ .
7. Для случайной величины  $\xi \sim \text{Simp}(a, b)$  (подчиняющейся распределению Симпсона) на основе выборки, объёмом  $N$  реализаций  $\{x_1, x_2, x_3 \dots x_N\}$ , методами моментов и максимального правдоподобия оценить параметры  $a$  и  $b$ .

**Задания по теме № 4 «Элементы теории проверки гипотез. Критерии согласия» –  
Домашнее задание №3**



1. Решить задачи 5 – 7 из раздела №2 методических указаний «Планирование и обработка результатов инженерного эксперимента» (Гвоздарёв А.С., Артёмова Т.К. / ЯрГУ, 2014), рекомендованных в списке литературы.

#### **Задания по теме № 5 «Дисперсионный анализ» – Домашнее задание №4**

1. Решить задачи 8 – 13 из раздела №2 методических указаний «Планирование и обработка результатов инженерного эксперимента» (Гвоздарёв А.С., Артёмова Т.К. / ЯрГУ, 2014), рекомендованных в списке литературы.

#### **Задания по теме № 6 «Корреляционный анализ» – Домашнее задание №5**

1. Решить задачи 14 – 17 из раздела №2 методических указаний «Планирование и обработка результатов инженерного эксперимента» (Гвоздарёв А.С., Артёмова Т.К. / ЯрГУ, 2014), рекомендованных в списке литературы.

### **Контрольная работа**

**№ 1.** (5 балла) Для выборки  $x=\{0,76; 7,5; 5,8; 6,1; 6,0; 7,8; 5,1; 4,0; 4,5; 5,8; 4,3; 3,3; 1,8; 7,4; 6,1\}$  найдите: математическое ожидание, дисперсию, моду, медиану, эксцесс, коэффициент асимметрии, квартили, квантили уровня 0,1 и 0,9, интерквартильный размах. Построить вариационный ряд, гистограмму и выборочную функцию распределения, охарактеризовать выборочное распределение.

**№ 2.** (4 балла) Случайная величина  $\eta$  подчинена нормальному закону распределению с математическим ожиданием  $\mu$  и среднеквадратичным отклонением  $\sigma$ . На основе выборки, объёмом  $N$  реализаций  $\{x_1, x_2, x_3 \dots x_N\}$ , методами моментов и максимального правдоподобия оцените параметры  $\mu, \sigma^2$ .

**№ 3.** (3 балла) Результаты выхода из строя в при проведении процедуры суточного тестирования партии из 5000 копмлектов идентичных радиоприёмных модулей представлены в таблице.

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$k_i$	41	34	54	39	49	45	41	33	37	41	48	39

Здесь  $i = 0, 1, \dots, 11$  – номер временного двухчасового интервала анализа,  $k_i$  – количество вышедших из строя модулей в  $i$ -й интервал. Проверить по уровню значимости  $1 - \alpha = 0.05$ , согласуются ли эти данные с гипотезой о равномерном распределении числа дефектных модулей в диапазоне (0;12)?

**№ 4.** (3 балла)Провести двухфакторный дисперсионный анализ данных, представленных в таблице, при доверительной вероятности  $\alpha = 0.9$ .

Фактор $Y$	Фактор $X$								
	$X_1$			$X_2$			$X_3$		
$Y_1$	3.6	3.8	4.1	2.9	3.1	3.0	2.6	2.5	2.9
$Y_2$	4.2	4.0	4.1	3.3	2.9	3.0	3.7	3.5	3.6
$Y_3$	3.8	3.5	3.6	3.6	3.7	3.5	3.2	3.0	3.4
$Y_4$	3.4	3.2	3.2	3.4	3.6	3.5	3.6	3.8	3.7

*Указание:* предполагается, что исходные данные прошли тест на нормальность по критерию Шапиро-Уилка и тест на равенство дисперсий для различных уровней фактора  $X$  и  $Y$  по критерию Кохрана.

**№ 5.**(3 балла) В результате наблюдений реакции  $I$  нелинейного элемента с кусочно-линейной аппроксимацией ВАХ и большим значением уровня начала характеристики на слабый, подверженный флуктуациям сигнал  $U$  получена совокупность данных ( $n = 10$ ):

$U, \text{мВ}: 2 \ 4 \ 1 \ 7 \ 3 \ 11 \ 14 \ 15 \ 21 \ 4$

$I, \text{мкА}: 7 \ 6 \ 4 \ 11 \ 2 \ 21 \ 31 \ 23 \ 40 \ 15$

Проверить гипотезу о том, что система не находится в состоянии полной отчётки, т.е. о наличии корреляции между случайными величинами  $U$  и  $I$  на уровне значимости  $1 - \alpha = 0.05$ .

## 1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

### Список вопросов к экзамену:

1. Определение инженерного эксперимента. Классификация инженерных экспериментов. Примеры. Цель инженерного эксперимента. Факторы влияющие на проведение эксперимента. Теоретическое обеспечение процесса проведения инженерного эксперимента.
2. Описание случайных величин. Функция распределения, плотность вероятности. Моменты случайной величины: начальные, центральные, абсолютные, абсолютные центральные.
3. Описание случайных величин. Выборочные характеристики: выборочное среднее, среднеквадратическое отклонение, дисперсия, асимметрия, эксцесс, мода, медиана, квантили (квартиль, дециль, процентиль), интерквартильный размах.
4. Законы распределения дискретных случайных величин. Биномиальное и пуассоновское распределения: функция вероятности, функция распределения, математическое ожидание, дисперсия. Примеры использования моделей.
5. Законы распределения дискретных случайных величин. Отрицательное биномиальное распределение, геометрическое и гипергеометрическое распределения: функция вероятности, функция распределения, связь со схемой Бернулли. Примеры использования моделей.
6. Законы распределения непрерывных случайных величин. Равномерное, нормальное, логнормальное, усечённое нормальное распределения: функция плотности вероятности, функция распределения, математическое ожидание, дисперсия. Примеры использования моделей.
7. Законы распределения непрерывных случайных величин. Распределение  $\chi^2$ , Стьюдента, Фишера-Снедекора: функция плотности вероятности, функция распределения, математическое ожидание, дисперсия. Примеры использования моделей.
8. Законы распределения непрерывных случайных величин. Экспоненциальное распределение  $\chi^2$ , распределение Рэлея, Райса, Коши: функция плотности вероятности, функция распределения, математическое ожидание, дисперсия. Примеры использования моделей.
9. Методы теории точечного оценивания. Постановка задачи. Характеристики точечных оценок: состоятельность, смещённость, эффективность. Пример.

10. Методы теории точечного оценивания. Постановка задачи. Метод максимального правдоподобия. Пример.
11. Методы теории точечного оценивания. Постановка задачи. Метод моментов. Пример.
12. Критерии согласия. Классификация, постановка задачи. Критерий Колмогорова.
13. Критерии согласия. Классификация, постановка задачи. Критерий Пирсона
14. Дисперсионный анализ. Постановка задачи. Ограничения классического дисперсионного анализа. Построение выборочной таблицы, виды выборочных дисперсий. Алгоритм однофакторного дисперсионного анализа. Пример.
15. Дисперсионный анализ. Постановка задачи. Ограничения классического дисперсионного анализа. Построение выборочной таблицы, виды выборочных дисперсий. Алгоритм двухфакторного дисперсионного анализа. Пример.
16. Корреляционный анализ. Постановка задачи. Случай линейной зависимости: коэффициент корреляции, процедура его оценивания. Пример.
17. Корреляционный анализ. Постановка задачи. Случай нелинейной зависимости: корреляционное отношение, процедура его оценивания. Пример.

### **Правила выставления оценки на экзамене.**

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Во время подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация. Экзаменационный билет состоит из одного теоретического вопроса и одной задачи по материалам курса.

1. Теоретический вопрос в экзаменационном билете оценивается в 3 балла:
  - 3 балла, если вопрос раскрыт более чем на 90% от требуемого объема. При этом студент демонстрирует глубокое и полное владение содержанием материала и понятийным аппаратом; осуществляет межпредметные связи; умеет связывать теорию с практикой. Дает развернутые, полные и четкие ответы на вопрос билета и дополнительные вопросы, соблюдает логическую последовательность при изложении материала. Грамотно использует терминологию.
  - 2 балла, если вопрос раскрыт более чем на 70%, но менее, чем на 90% от требуемого объема. При этом ответ в целом соответствуют указанным выше критериям, но отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой. В ответе имеют место отдельные неточности (несущественные ошибки), которые исправляются самим студентом после дополнительных и (или) уточняющих вопросов экзаменатора.
  - 1 балл, если вопрос раскрыт более чем на 50%, но менее чем на 70% от требуемого объема. При этом студент демонстрирует умение выделить существенные и несущественные признаки и установить причинно-следственные связи. Ответы излагается терминологически корректно, но допускаются ошибки в определении и раскрытии некоторых основных понятий, формулировке положений, которые студент затрудняется исправить самостоятельно. При аргументации ответа студент не обосновывает свои суждения. На часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.
2. Задача в экзаменационном билете оценивается в 2 балла:
  - 1 балл, если верно обозначен подход к решению задачи (корректно выбран метод, выписаны основные формулы), но не приведено окончательное решение, или в приведённом решении присутствуют ошибки.
  - 2 балла, если задача решена полностью верно.

Оценка за экзамен складывается из оценки за домашние задания, оценки за контрольную работу, оценки за лабораторные работы, оценки за ответы на вопросы на экзамене.

Вид деятельности	«1»	«2»	«3»
Лабораторные работы	Лабораторные работы суммарно выполнены не менее, чем на 70%.	Полностью выполнены все лабораторные работы	Полностью выполнены все лабораторные работы и защищены отчёты не менее чем по 2 из 3 работ.
Домашние задания	Домашние задания суммарно выполнены не менее, чем на 70%.	Полностью выполнены все домашние задания	Все домашние задания выполнены целиком и качественно.
Контрольная работа	Суммарный балл за контрольную работу не ниже 30%.	Суммарный балл за контрольную работу не ниже 50%.	Суммарный балл за контрольную работу не ниже 70%.

Итоговая оценка высчитывается исходя из суммарного балла по всем видам работ, определяемого по следующему правилу: к оценкам за теоретический вопрос и задачу в экзаменационном билете суммируются баллы за контрольную работу с коэффициентом 1/3 и баллы за домашние задания и лабораторные работы с коэффициентом 2/3.

В результате для получения оценки «отлично» необходимо, чтобы суммарный балл был не ниже 9, для получения оценки «хорошо» – не ниже 7, для получения оценки «удовлетворительно» – не ниже 5.

## **Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Планирование и обработка результатов инженерного эксперимента»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой занятий по дисциплине «Планирование и обработка результатов инженерного эксперимента» являются лекции и практические занятия. На лекциях излагается необходимый минимум теоретических сведений, ставятся вопросы, на которые надо найти ответ самостоятельно, даются рекомендации по подбору литературы, даются отсылки к нормативной базе. Теоретический материал представляет собой компиляцию из огромного количества источников, поэтому материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома ещё раз прорабатывать и дополнять информацией, полученной из учебной и научной литературы.

На практических занятиях отрабатываются полученные знания, разбираются практические ситуации, приобретаются практические знания по работе с реальным оборудованием.

Для успешного освоения дисциплины обязательно выполнение всех домашних заданий, они являются формой текущей аттестации. В качестве заданий для самостоятельной работы дома предлагаются задания, аналогичные разобранным на практических занятиях или немного более сложные, которые являются результатом объединения нескольких базовых заданий. Некоторые задания относятся к категории заданий повышенной сложности, они подразумевают применение вычислительной техники с математическими пакетами, например, Matematica, MathCad, MATLAB, R, Stetistica или их бесплатных, свободно распространяемых аналогов, например, Octave, SciLAB, FreeMat и других или онлайн-вычислений (пользуйтесь любым удобным Вам способом). По окончании практического курса проводится контрольная работа, включающая в себя задания, интегрирующие множество мелких освоенных задач в один расчётный проект.