

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
к выполнению индивидуальных работ по дисциплине
«Основы научных исследований»**

Донецк
2021

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА «ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
к выполнению индивидуальных работ по дисциплине
«Основы научных исследований»**

для обучающихся по направлению подготовки
18.03.01 «Химическая технология»
профиль «Технология тугоплавких неметаллических и силикатных
материалов»
всех форм обучения

РАССМОТРЕНО
на заседании кафедры
прикладной экологии и охраны
окружающей среды
Протокол № 6 от 21.01.2021 г.

УТВЕРЖДЕНО
на заседании учебно-издательского
совета ДОННТУ
Протокол № 2 от 24.02.2021 г.

Донецк
2021

УДК 001.89(076)

М54

Составители:

Ганнова Юлия Николаевна – кандидат химических наук, доцент кафедры прикладной экологии и охраны окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ»

Горбатко Сергей Витальевич – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной экологии и охраны окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ»

М54 Методические рекомендации к выполнению индивидуальных работ по дисциплине «Основы научных исследований» : для обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» профиль «Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. прикладной экологии и охраны окружающей среды; сост.: Ю.Н. Ганнова, С.В. Горбатко. — Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.

Методические рекомендации разработаны с целью оказания помощи обучающимся в усвоении теоретического материала по дисциплине «Основы научных исследований», и содержат материалы для выполнения индивидуальных заданий по курсу.

УДК 001.89(076)

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ЗАДАНИЕ	6
1.1.1 Кодирование факторов	7
1.1.2 Определение коэффициента регрессии.....	8
1.1.3 Расчет ошибки опыта.....	9
1.1.4 Проверка значимости коэффициентов регрессии.....	10
1.1.5 Проверка адекватности линейного уравнения регрессии.....	11
1.1.6 Переход от кодированной переменной к натуральной	12
ПРИЛОЖЕНИЕ А	14
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ В	21
ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	22

ВВЕДЕНИЕ

Планирование эксперимента — это оптимальное (наиболее эффективное) управление ходом эксперимента с целью получения максимально возможной информации на основе минимально допустимого количества опытных данных.

Под экспериментом понимают совокупность операций, совершаемых над объектом исследования с целью получения информации об его свойствах. Эксперимент, в котором исследователь по своему усмотрению может изменять условия его проведения, называется активным экспериментом. В противном случае эксперимент является пассивным.

Перед проведением планирования активного эксперимента необходимо собрать дополнительную информацию об исследуемом объекте. Для получения дополнительной информации можно использовать результаты пассивного эксперимента, осуществлявшегося в предыдущих исследованиях или описанного в литературе. Планирование эксперимента позволяет варьировать все факторы и получать одновременно оценки их влияния.

Целью индивидуальной работы является освоение элементов методики научных исследований, способствующих развитию рационального творческого мышления; овладение понятийным аппаратом науки, определение объектов научного исследования, овладение знаниями научных закономерностей.

1 ЗАДАНИЕ

Индивидуальная работа состоит из двух блоков – 1-й блок теоретические вопросы (выбираются согласно варианта, который задаёт преподаватель, перечень вопросов приведен в приложениях А, Б), которые студент самостоятельно раскрывает, используя специальную литературу, информационные ресурсы сети Интернет, конспект лекций, 2-й блок расчётная работа (согласно варианта). В приложении В приведен пример оформления титульного листа индивидуальной работы.

1.1 Расчётное задание

Исследовать влияние на скорость химической реакции взаимодействия двух веществ трех факторов: концентрации первого вещества C_1 , концентрации второго вещества C_2 и температуры t . Спланировать эксперимент с целью определения кинетических констант для скорости реакции.

Исходная матрица экспериментальных данных имеет вид (табл.1.1), данные для таблицы выбираются согласно варианта (приведены в приложении Б):

Таблица 1.1

№	C_1	C_2	t	W_1	W_2
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Скорость химической реакции можно вычислить, воспользовавшись следующим уравнением:

$$W = k_0 \cdot C_1^{n_1} \cdot C_2^{n_2} \cdot e^{\left(\frac{-E}{RT}\right)},$$

где k_0 – предэкспоненциальный множитель;

n_1, n_2 – коэффициенты, называемые порядками реакции по 1-му и 2-му веществам;

E – энергия активации данной реакции;

R – универсальная газовая постоянная.

Т.о., проведение эксперимента и последующая математическая обработка сводятся к определению четырех величин, которые являются постоянными для данного температурного интервала в данной химической реакции: k_0 , n_1 , n_2 , E/R .

1.1.1 Кодирование факторов

Для удобства расчета приведенную зависимость логарифмируют и получают линейное уравнение регрессии:

$$\ln W_1 = \ln k_0 + n_1 \cdot \ln C_1 + n_2 \cdot \ln C_2 + E/R \cdot (-1/T)$$

Иначе говоря, полученная зависимость имеет вид:

$$Y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3,$$

где

$$Y = \ln W$$

$$a_0 = \ln k_0$$

$$x_1 = \ln C_1$$

$$a_1 = n_1$$

$$x_2 = \ln C_2$$

$$a_2 = n_2$$

$$x_3 = -\frac{1}{T} = -\frac{1}{273+t}$$

$$a_3 = \frac{E}{R}$$

Таким образом, трансформировав данные исходной матрицы, получают (табл.1.2):

Таблица 1.2

№	x_1	x_2	x_3	Y_1	Y_2
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Далее переходят к кодированной переменной используются уравнения:

$$X_{i,j} = \frac{x_{i,j} - x_{0i}}{\Delta x_i},$$

где $x_{0i} = \frac{x_{\max i} + x_{\min i}}{2},$ $\Delta x_i = \frac{x_{\max i} - x_{\min i}}{2}.$

$x_{01} =$ $\Delta x_1 =$

$x_{02} =$ $\Delta x_2 =$

$x_{03} =$ $\Delta x_3 =$

Результаты расчета заносят в таблицу 1.3.

Таблица 1.3

№	факторы			Функция цели	
	X_1	X_2	X_3	Y'	Y''
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

1.1.2 Определение коэффициента регрессии

Для каждой серии опытов вычисляют среднее арифметическое значение функции отклика (цели)

$$\bar{Y}_j = \frac{\sum_{i=1}^K y_{i,j}}{K}, \text{ т.е. в данном случае } \bar{Y}_j = \frac{y' + y''}{2} \text{ (j = 1,2,3...N)}$$

где K – число параллельных опытов в серии (в данном случае K=2);

— N – число серий опытов (в данном случае N=8).

Т.о.,

$$\bar{Y}_1 =$$

$$\bar{Y}_2 =$$

$$\bar{Y}_3 =$$

$$\bar{Y}_4 =$$

$$\bar{Y}_5 =$$

$$\bar{Y}_6 =$$

$$\bar{Y}_7 =$$

$$\bar{Y}_8 =$$

Вычисляют коэффициенты регрессии

$$b_0 = \frac{\sum_{j=1}^N \bar{Y}_j}{N}, \quad \text{т.е. в данном случае} \quad b_0 = \frac{\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2 + \bar{Y}_3 + \dots + \bar{Y}_8}{8}$$

$$b_1 = \frac{\sum_{j=1}^N X_{1,j} \cdot \bar{Y}_j}{N} \quad b_2 = \frac{\sum_{j=1}^N X_{2,j} \cdot \bar{Y}_j}{N} \quad b_3 = \frac{\sum_{j=1}^N X_{3,j} \cdot \bar{Y}_j}{N}$$

$$b_0 =$$

$$b_1 =$$

$$b_2 =$$

$$b_3 =$$

1.1.3 Расчет ошибки опыта

Затем вычисляют построчную дисперсию согласно уравнению:

$$S_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^K (\bar{Y}_j - y_{i,j})^2}{K-1}, \quad \text{т.е. в данном случае} \quad S_j^2 = \frac{(\bar{Y}_j - y')^2 + (\bar{Y}_j - y'')^2}{2-1}$$

$$S_1^2 =$$

$$S_2^2 =$$

$$S_3^2 =$$

$$S_4^2 =$$

$$S_5^2 =$$

$$S_6^2 =$$

$$S_7^2 =$$

$$S_8^2 =$$

Для проверки воспроизводимости опытов находят отношение наибольшей из рассчитанных построчных дисперсий к сумме всех оценок дисперсий:

$$G_p = \frac{\max S_j^2}{\sum_{j=1}^N S_j^2}, \quad \text{т.е. в данном случае } G_p = \frac{\max S_j^2}{S_1^2 + S_2^2 + \dots + S_8^2}.$$

$$G_p =$$

Опыты считаются воспроизводимым, если

$$G_p < G_t,$$

где G_t – теоретическое значение критерия Кохрена. Зависит от числа серий опытов N с числом опытов в серии ($f = K-1$) и соответствует вероятности P , с которой принимается гипотеза о воспроизводимости опытов. Согласно литературным данным, для вероятности $P=0,95$ и $f=2-1=1$ $G_t = 0,6798$.
(Делается вывод о воспроизводимости опытов (расписать)).

Вычисляют ошибку опыта

$$S_0^2 = \frac{\sum_{j=1}^N S_j^2}{N}, \quad \text{т.е. в данном случае } S_0^2 = \frac{S_1^2 + S_2^2 + \dots + S_8^2}{N}$$
$$S_0^2 =$$

1.1.4 Проверка значимости коэффициентов регрессии

Определяют значимость коэффициентов регрессии:

$$S_b^2 = \frac{S_o^2}{N}$$

$$S_b^2 = \quad S_b = \sqrt{S_b^2} =$$
$$S_b \cdot t_{st} =$$

где t_{st} - табличное значение критерия Стьюдента. Находят по числу степеней свободы и уровню значимости. В данном случае $t_{st}=2,31$. Коэффициент регрессии значим, если он значительно больше найденного произведения. (Исходя из расчетов, делаются выводы).

1.1.5 Проверка адекватности линейного уравнения регрессии

Проверка адекватности уравнения регрессии осуществляется при помощи критерия Фишера. Для этого вначале вычисляют расчетные значения функции отклика:

$$Y_j^p = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + b_3 \cdot X_3$$

$$Y_1^p =$$

$$Y_2^p =$$

$$Y_3^p =$$

$$Y_4^p =$$

$$Y_5^p =$$

$$Y_6^p =$$

$$Y_7^p =$$

$$Y_8^p =$$

Вычисляют дисперсию адекватности по формуле:

$$S_{ad.}^2 = \frac{K}{N - B} \cdot \sum_{j=1}^N (\bar{Y}_j - Y_j^p)^2, \quad \text{т.е. в данном случае}$$

$$S_{ад.}^2 = \frac{K}{N-B} \cdot \left((\bar{Y}_1 - Y_1^p)^2 + (\bar{Y}_2 - Y_2^p)^2 + (\bar{Y}_3 - Y_3^p)^2 + \dots + (\bar{Y}_8 - Y_8^p)^2 \right)$$

где K – число параллельных опытов (K=2);

N – число серий опытов в плане (N=8) (число строк);

B – число коэффициентов регрессии искомого уравнения, включая и свободные члены (B=4);

y_j^p – расчетное значение функции отклика в j опыте (по уравнению регрессии).

$$S_{ад.}^2 =$$

Расчетное значение критерия Фишера определяют по формуле:

$$F_p = \frac{S_{ад.}^2}{S_0^2}$$

$S_{ад.}^2$ – дисперсия адекватности;

S_0^2 - ошибка опыта.

$$F_p =$$

При заданном уровне значимости $P=0,95$ теоретическое значение критерия Фишера составляет $F_T=3,84$.

Если окажется, что $F_p \leq F_T$, то уравнение регрессии считается адекватным. Если гипотеза адекватности отвергается, необходимо переходить к более сложной форме уравнения регрессии. *(Делаются выводы (расписать)).*

1.1.6 Переход от кодированной переменной к натуральной

$$\ln C_{01} = x_{01} =$$

$$\Delta \ln C_1 = \Delta x_1 =$$

$$\ln C_{02} = x_{02} =$$

$$\Delta \ln C_1 = \Delta x_2 =$$

$$(-1/T)_0 = x_{03} =$$

$$\Delta(-1/T) = \Delta x_3 =$$

$$Y = b_0 + b_1 \cdot \frac{\ln C_1 - \ln C_{01}}{\Delta \ln C_1} + b_2 \cdot \frac{\ln C_2 - \ln C_{02}}{\Delta \ln C_2} + b_3 \cdot \frac{(-1/T) - (-1/T)_0}{\Delta(-1/T)} = b_0 + \frac{b_1}{\Delta \ln C_1} \cdot \ln C_1 -$$

$$- b_1 \cdot \frac{\ln C_{01}}{\Delta \ln C_1} + \frac{b_2}{\Delta \ln C_2} \cdot \ln C_2 - b_2 \cdot \frac{\ln C_{02}}{\Delta \ln C_2} + \frac{b_3}{\Delta(-1/T)} \cdot (-1/T) - b_3 \cdot \frac{(-1/T)_0}{\Delta(-1/T)} =$$

$$Y_1 =$$

$$Y_2 =$$

$$Y_3 =$$

$$Y_4 =$$

$$Y_5 =$$

$$Y_6 =$$

$$Y_7 =$$

$$Y_8 =$$

$$\ln k_0 = b_0 - b_1 \cdot \frac{\ln C_{01}}{\Delta \ln C_1} - b_2 \cdot \frac{\ln C_{02}}{\Delta \ln C_2} - b_3 \cdot \frac{(-1/T)_0}{\Delta(-1/T)} =$$

$$k_0 = e^{\ln k_0} =$$

$$n_1 = \frac{b_1}{\Delta \ln C_1} =$$

$$n_2 = \frac{b_2}{\Delta \ln C_2} =$$

$$\frac{E}{R} = \frac{b_3}{\Delta(-1/T)} =$$

$$W1 =$$

$$W2 =$$

$$W3 =$$

$$W4 =$$

$$W5 =$$

$$W6 =$$

$$W7 =$$

$$W8 =$$

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Вариант № 1

1. Определение науки. Классификация наук.
2. Задачи и методы теоретического исследования.
3. Расчетное задание – вариант № 1.

Вариант № 2

1. Понятие методологии, метода и методики.
2. Средства поиска научной библиографической информации.
3. Расчетное задание – вариант № 2.

Вариант № 3

1. Научно-исследовательская работа. Классификация научных исследований.
2. Активный и пассивный эксперимент.
3. Расчетное задание – вариант № 3.

Вариант № 4.

1. Понятие научного знания. Функции научного знания.
2. Методика проведения экспериментальных работ.
3. Расчетное задание – вариант № 4.

Вариант № 5.

1. Научное исследование: цель, предмет, этапы научного исследования.
2. Вычислительный эксперимент. Математическое моделирование.
3. Расчетное задание – вариант № 5.

Вариант № 6

1. Классификация научных исследований.
2. Математические методы оптимизации эксперимента.
3. Расчетное задание – вариант № 6.

Вариант № 7

1. Этапы научно-технического исследования.
2. Вычислительный эксперимент. Математическое моделирование.
3. Расчетное задание – вариант № 7.

Вариант № 8

1. Основные методы теоретических и эмпирических исследований.
2. Виды интеллектуальной собственности. Элементы авторского права.
3. Расчетное задание – вариант № 8.

Вариант № 9.

1. Типы и задачи экспериментальных исследований, их классификация.
2. Элементы патентного права.
3. Расчетное задание – вариант № 9.

Вариант № 10.

1. Научное исследование: цель, предмет, этапы научного исследования.
2. Основные методы теоретических и эмпирических исследований.
3. Расчетное задание – вариант № 10.

Вариант № 11

1. Этапы научно-технического исследования.
2. Интернет и поисковые системы.
3. Расчетное задание – вариант № 11.

Вариант № 12

1. Понятие научного знания. Функции научного знания.
2. Вычислительный эксперимент. Математическое моделирование.
3. Расчетное задание – вариант № 12.

Вариант № 13

1. Классификация научных исследований.
2. Планирование эксперимента. Дробный факторный эксперимент.
3. Расчетное задание – вариант № 13.

Вариант № 14

1. Активный и пассивный эксперимент.
2. Методика проведения экспериментальных работ.
3. Расчетное задание – вариант № 14.

Вариант № 15.

1. Определение научной деятельности.
2. Математические методы оптимизации эксперимента.
3. Расчетное задание – вариант № 15.

Вариант № 16.

1. Научное исследование: цель, предмет, этапы научного исследования.
2. Средства поиска научной библиографической информации.
3. Расчетное задание – вариант № 16.

Вариант № 17

1. Основные методы теоретических и эмпирических исследований.
2. Интернет и поисковые системы.
3. Расчетное задание – вариант № 17.

Вариант № 18

1. Определение науки. Классификация наук.
2. Методы информационного поиска.
3. Расчетное задание – вариант № 18.

Вариант № 19

1. Средства поиска научной библиографической информации.
2. Элементы авторского права.
3. Расчетное задание – вариант № 19.

Вариант № 20.

1. Понятие методологии, метода и методики.
2. Задачи и методы теоретического исследования.
3. Расчетное задание – вариант № 20.

Вариант № 21.

1. Научное исследование: цель, предмет, этапы научного исследования.
2. Элементы патентного права.
3. Расчетное задание – вариант № 21.

Вариант № 22

1. Активный и пассивный эксперимент.
2. Интернет и поисковые системы.
3. Расчетное задание – вариант № 22.

Вариант № 23

1. Научное исследование: цель, предмет, этапы научного исследования.
2. Вычислительный эксперимент. Математическое моделирование.
3. Расчетное задание – вариант № 23.

Вариант № 24

1. Понятие методологии, метода и методики.
2. Планирование эксперимента. Полный и дробный факторный эксперимент.
3. Расчетное задание – вариант № 24.

Вариант № 25

1. Классификация научных исследований.
2. Средства поиска научной библиографической информации.
3. Расчетное задание – вариант № 25.

Номер вари- анта	C ₁	C ₂	t	W ₁	W ₂		C ₁	C ₂	t	W ₁	W ₂
<i>l</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,2	1	77	9,723	11,09	16	0,2	1	77	10,48	11,83
	1	1	77	62,79	67,28		1	1	77	64,17	71,31
	0,2	2	77	21,76	24,06		0,2	2	77	45,92	49,3
	1	2	77	126,4	149,1		1	2	77	272,1	302,8
	0,2	1	27	6,496	7,49		0,2	1	27	7,798	8,351
	1	1	27	39,27	44,05		1	1	27	50,85	53,14
	0,2	2	27	14,69	14,97		0,2	2	27	32,65	36,22
	1	2	27	86,55	97,56		1	2	27	200,8	230,6
	C₁	C₂	t	W₁	W₂		C₁	C₂	t	W₁	W₂
2	0,2	1	77	49,75	54,36	17	0,2	1	77	234,9	240,4
	1	1	77	359,1	408,6		1	1	77	1640	1804
	0,2	2	77	205,5	214		0,2	2	77	914,6	1048
	1	2	77	1626	1778		1	2	77	6675	7917
	0,2	1	27	31,84	34,45		0,2	1	27	195,2	221,1
	1	1	27	256,8	273		1	1	27	1515	1754
	0,2	2	27	130,2	144,9		0,2	2	27	797,3	893,8
	1	2	27	1036	1215		1	2	27	6222	6755
	C₁	C₂	t	W₁	W₂		C₁	C₂	t	W₁	W₂
3	0,2	1	77	12,23	13,84	18	0,2	1	77	347,8	398
	1	1	77	154,9	158,2		1	1	77	3191	3297
	0,2	2	77	55,13	61,5		0,2	2	77	817,1	853,3
	1	2	77	634	726,1		1	2	77	7327	7978
	0,2	1	27	8,082	8,585		0,2	1	27	278,3	325,5
	1	1	27	93,44	104,1		1	1	27	2689	2924
	0,2	2	27	34,84	37,54		0,2	2	27	671,1	743,7
	1	2	27	410,1	462		1	2	27	6078	6459
	C₁	C₂	t	W₁	W₂		C₁	C₂	t	W₁	W₂
4	0,2	1	77	117,2	127,5	19	0,2	1	77	11,83	13,02
	1	1	77	1339	1525		1	1	77	116,4	129,5
	0,2	2	77	264,5	307,9		0,2	2	77	36,68	39,38
	1	2	77	3048	3498		1	2	77	393,2	433,3
	0,2	1	27	97,16	106,9		0,2	1	27	7,641	8,286
	1	1	27	1044	1186		1	1	27	76,02	86,79
	0,2	2	27	221,5	244,5		0,2	2	27	24,63	25,53
	1	2	27	2341	2817		1	2	27	252,2	293,3
	C₁	C₂	t	W₁	W₂		C₁	C₂	t	W₁	W₂

5	0,2	1	77	93,65	100,9	20	0,2	1	77	28,19	31,75
	1	1	77	495,7	529,7		1	1	77	461,8	510
	0,2	2	77	192,7	271		0,2	2	77	109,8	127,4
	1	2	77	1096	1134		1	2	77	1806	2011
	0,2	1	27	70,79	78,45		0,2	1	27	19,85	23,29
	1	1	27	351,2	411,6		1	1	27	313,9	375,4
	0,2	2	27	159,4	167,5		0,2	2	27	84,59	91,01
	1	2	27	837,7	885,1		1	2	27	1329	1480
	C₁	C₂	t	W₁	W₂		C₁	C₂	t	W₁	W₂
6	0,2	1	77	363,6	386,6	21	0,2	1	77	34,24	37,56
	1	1	77	4441	4904		1	1	77	580,2	642,7
	0,2	2	77	894	996,7		0,2	2	77	102,2	110,5
	1	2	77	12284	13181		1	2	77	1771	1904
	0,2	1	27	320,2	364		0,2	1	27	23,74	26,19
	1	1	27	4530	5010		1	1	27	389,9	446,4
	0,2	2	27	867,2	956,8		0,2	2	27	71,56	81,69
	1	2	27	11216	13256		1	2	27	1168	1363
	C₁	C₂	t	W₁	W₂		C₁	C₂	t	W₁	W₂
7	0,2	1	77	609,1	660,3	22	0,2	1	77	858,3	966
	1	1	77	3652	4132		1	1	77	4519	4971
	0,2	2	77	1492	1641		0,2	2	77	2909	3095
	1	2	77	8938	9942		1	2	77	14742	16627
	0,2	1	27	496,2	576,2		0,2	1	27	817,6	882,6
	1	1	27	3137	3587		1	1	27	4100	4216
	0,2	2	27	1178	1390		0,2	2	27	2807	3055
	1	2	27	7479	8971		1	2	27	13018	14463
	C₁	C₂	t	W₁	W₂		C₁	C₂	t	W₁	W₂
8	0,2	1	77	143	154,8	23	0,2	1	77	7,405	7,749
	1	1	77	793	865,7		1	1	77	119,9	128
	0,2	2	77	407,2	468		0,2	2	77	16,83	18,86
	1	2	77	2309	2500		1	2	77	267,5	301,8
	0,2	1	27	113,9	131,2		0,2	1	27	5,206	5,746
	1	1	27	662,4	709,1		1	1	27	85,77	94,42
	0,2	2	27	330,3	369,9		0,2	2	27	12,31	13,58
	1	2	27	1905	2231		1	2	27	187	212,3

	C₁	C₂	t	W₁	W₂		C₁	C₂	t	W₁	W₂
9	0,2	1	77	16,68	19,09	24	0,2	1	77	17,64	20,83
	1	1	77	193,7	210,9		1	1	77	341,5	369,3
	0,2	2	77	70,49	78,76		0,2	2	77	72,77	80,56
	1	2	77	748,6	870,8		1	2	77	1373	1522
	0,2	1	27	10,21	10,92		0,2	1	27	12,76	13,63
	1	1	27	116,1	127,5		1	1	27	232,5	254,4
	0,2	2	27	42,42	46,6		0,2	2	27	51,76	53,64
	1	2	27	476,5	526,4		1	2	27	899,3	1064
	C₁	C₂	t	W₁	W₂		C₁	C₂	t	W₁	W₂
10	0,2	1	77	126,3	135,2	25	0,2	1	77	144,5	167,2
	1	1	77	2336	2665		1	1	77	1060	1146
	0,2	2	77	369,3	412,6		0,2	2	77	517,5	584,1
	1	2	77	7220	7575		1	2	77	3343	3785
	0,2	1	27	116,1	129,1		0,2	1	27	117,5	136,4
	1	1	27	2130	2464		1	1	27	849,3	901,9
	0,2	2	27	326,7	388,4		0,2	2	27	419,1	462,4
	1	2	27	6210	6904		1	2	27	2825	3244
	C₁	C₂	t	W₁	W₂		C₁	C₂	t	W₁	W₂
11	0,2	1	77	434	460,6	26	0,2	1	77	17,57	18,53
	1	1	77	3803	4502		1	1	77	118,8	121,8
	0,2	2	77	1792	1960		0,2	2	77	39,8	43,38
	1	2	77	16390	18371		1	2	77	287	315,4
	0,2	1	27	393,7	425		0,2	1	27	11,95	14,03
	1	1	27	3745	4174		1	1	27	87,2	93,24
	0,2	2	27	1632	1844		0,2	2	27	29,17	33,16
	1	2	27	15818	17148		1	2	27	192,1	217,1
	C₁	C₂	t	W₁	W₂		C₁	C₂	t	W₁	W₂
12	0,2	1	77	15,69	17,43	27	0,2	1	77	48	57,56
	1	1	77	222,7	240,9		1	1	77	588,2	663,3
	0,2	2	77	42,7	46,36		0,2	2	77	151,8	167
	1	2	77	560,6	656		1	2	77	1733	1896
	0,2	1	27	8,767	10,22		0,2	1	27	31,13	35,38
	1	1	27	127	142,4		1	1	27	386,9	412,1
	0,2	2	27	23,92	27,84		0,2	2	27	104,6	111,1
	1	2	27	332,2	382,9		1	2	27	1106	1269

	C₁	C₂	t	W₁	W₂		C₁	C₂	t	W₁	W₂
13	0,2	1	77	47,92	53,02	28	0,2	1	77	33,95	36,06
	1	1	77	365,5	389,8		1	1	77	182,6	198,5
	0,2	2	77	153,6	157,8		0,2	2	77	73,72	79,42
	1	2	77	1044	1260		1	2	77	413,3	445
	0,2	1	27	33,23	36,78		0,2	1	27	19,34	22,82
	1	1	27	245,7	282,2		1	1	27	113,7	126,2
	0,2	2	27	107,1	114,4		0,2	2	27	44,44	49,36
	1	2	27	808,3	901,3		1	2	27	256,9	275,9
	C₁	C₂	t	W₁	W₂		C₁	C₂	t	W₁	W₂
14	0,2	1	77	299,9	325,3	29	0,2	1	77	9,845	11,78
	1	1	77	4911	5173		1	1	77	78,07	92,63
	0,2	2	77	673,8	793,2		0,2	2	77	30,06	33,41
	1	2	77	10549	12674		1	2	77	229,4	276,8
	0,2	1	27	279,5	303,2		0,2	1	27	6,575	7,548
	1	1	27	4401	4826		1	1	27	54,45	62,43
	0,2	2	27	633,7	717,8		0,2	2	27	20,12	22,23
	1	2	27	9879	11004		1	2	27	162,7	176,3
	C₁	C₂	t	W₁	W₂		C₁	C₂	t	W₁	W₂
15	0,2	1	77	11,03	12,55	30	0,2	1	77	52,85	59,92
	1	1	77	73,46	79,04		1	1	77	912,8	943,7
	0,2	2	77	46,13	50,65		0,2	2	77	130,9	149,9
	1	2	77	272,4	305		1	2	77	2095	2273
	0,2	1	27	6,582	7,199		0,2	1	27	41	43,38
	1	1	27	39,4	44,99		1	1	27	646,3	716,1
	0,2	2	27	26,39	27,37		0,2	2	27	101,9	103,9
	1	2	27	159,5	184,4		1	2	27	1640	1714

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Прикладной экологии и охраны окружающей среды»

ИНДИВИДУАЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине: «Основы научных исследований»
на тему: «Планирование эксперимента»

Студента (ки) _____ курса,
группы _____
направления подготовки _____

(фамилия и инициалы)

Руководитель _____

(должность, ученое звание, научная степень, фамилия и инициалы)

Национальная шкала _____

Количество баллов: _____

Оценка: _____

Члены комиссии

(подпись)

(фамилия и инициалы)

(подпись)

(фамилия и инициалы)

(подпись)

(фамилия и инициалы)

г. Донецк – 20 ____ год

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ли Р.И. Основы научных исследований : учебное пособие / Ли Р.И.. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 190 с. — ISBN 978-5-88247-600-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/22903.html>

2. Шутов А.И. Основы научных исследований : учебное пособие / Шутов А.И., Семикопенко Ю.В., Новописный Е.А.. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 101 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/28378.html>

3. Леонова О.В. Основы научных исследований : учебное пособие / Леонова О.В.. — Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2015. — 70 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/46493.html>

4. Трубицын В.А. Основы научных исследований : учебное пособие / Трубицын В.А., Порохня А.А., Мелешин В.В.. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 149 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/66036.html>

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
к выполнению индивидуальных работ по дисциплине
«Основы научных исследований»

Составители:

Ганнова Юлия Николаевна – кандидат химических наук, доцент кафедры прикладной экологии и охраны окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ»
Горбатко Сергей Витальевич – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной экологии и охраны окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ»

Ответственный за выпуск:

Шаповалов Валерий Васильевич – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой «Прикладная экология и охрана окружающей среды» ГОУВПО «ДОННТУ».