

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 18.07.2023 21:17:48  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« 28 » февраля 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ В БИОТЕХНОЛОГИИ**

Направление подготовки  
**19.03.01 Биотехнология**

Направленность программы бакалавриата

**Биотехнология**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **технологии микробиологического синтеза**

Санкт-Петербург

2022

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	07
4.3. Занятия семинарского типа.....	09
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	09
4.3.2. Лабораторные занятия.....	10
4.4. Самостоятельная работа.....	10
4.5 Темы индивидуального задания.....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	38
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	38
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	40
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	41
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	41
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	41
10.2. Программное обеспечение.....	41
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	42
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	42
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	42

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-5</b> Способен разрабатывать системы мероприятий по повышению эффективности технологических процессов производства биотехнологической продукции</p>	<p><b>ПК-5.2</b> Способность проводить статистическую обработку результатов биотехнологических исследований</p>	<p><b>Знать:</b> Способы первичной группировки и обработки данных эксперимента или наблюдений, базовые статистические методы обработки результатов и условия их применимости к конкретным наборам данных (оценка характера распределения, параметрические и непараметрические критерии различия и показатели связи, регрессионный анализ).</p> <p><b>Уметь:</b> Разрабатывать протоколы, контрольные карты и прочие формы для получения и группировки первичных данных эксперимента или наблюдения. Осуществлять выбор наиболее подходящих способов обработки конкретных наборов данных эксперимента или наблюдений.</p> <p><b>Владеть:</b> методами проверки нормальности распределения, оценки разности средних с использованием различных критериев, составления доверительного интервала, вычисления коэффициентов корреляции и их сравнения с использованием критериев, приложением линейной регрессии к построению калибровочных кривых, изучению кинетики ферментативных реакций и роста микроорганизмов, оценке сроков хранения продукции.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору 2 (ДВ.2) и изучается на 2 курсе в 3 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Общая биология». Полученные в процессе изучения дисциплины «Обработка экспериментальных данных в биотехнологии» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Планирование эксперимента», «Общая биотехнология», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», при прохождении преддипломной практики, выполнении научно-исследовательской работы, выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>3/ 108</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>64</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	36 (32)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	10
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>44</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Зачет, КР</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Основные понятия и определения. Статистические ряды.	2	4	0	0	ПК-6	ПК-6.5
2.	Средние и показатели вариации Структурные и степенные средние.	2	4	0	0	ПК-6	ПК-6.5
3.	Законы распределения. Биномиальный, Пуассона, нормальный (Гаусса).	2	4	0	44	ПК-6 ПК-3	ПК-6.5 ПК-3.1
4.	Параметрические критерии.	2	4	0	0	ПК-6	ПК-6.5
5.	Непараметрические критерии.	2	4	0	0	ПК-6	ПК-6.5
6.	Дисперсионный анализ.	2	4	0	0	ПК-6	ПК-6.5
7.	Корреляция.	2	4	0	0	ПК-6	ПК-6.5
8.	Регрессия.	2	4	0	0	ПК-6	ПК-6.5
9.	Типовые ошибки добросовестных исследователей и признаки фальсификации научных данных.	2	4	0	0	ПК-6	ПК-6.5

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	<p>Основные понятия и определения. Статистические ряды.</p> <p>Признаки и их свойства, классификация признаков. Способы первичной группировки данных: простые и сложные таблицы, статистические ряды - атрибутивный, вариационный, динамики и регрессии, накопленных частот. Техника построения равноинтервального вариационного ряда.</p>	2	ЛВ, Ф
2.	<p>Средние и показатели вариации Структурные и степенные средние.</p> <p>Средне по Колмогорову. Степенные средние. Структурные средние. Медиана и мода. Среднее линейное отклонение, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, нормированное отклонение.</p>	2	ЛВ, Ф
3.	<p>Законы распределения. Биномиальный, Пуассона, нормальный (Гаусса).</p> <p>Законы распределения дискретных и непрерывных величин. Вычисление теоретических частот. Критерий Пирсона, использование для сравнения теоретических и эмпирических частот. Использование асимметрии и эксцесса для проверки нормальности распределения.</p>	2	ЛВ, Ф
4.	<p>Параметрические критерии.</p> <p>t- критерий Стьюдента, условия применимости и использование для оценки разности средних. F – критерий Фишера.</p>	2	ЛВ, КтСт
5.	<p>Непараметрические критерии.</p> <p>Z – критерий знаков, критерий Уилкоксона (Манна-Уитни)</p>	2	ЛВ
6.	<p>Дисперсионный анализ.</p> <p>Основные задачи дисперсионного анализа. Условия применимости дисперсионного анализа. Способы задания дисперсионного комплекса. Анализ одно и n – факторных дисперсионных комплексов. Методика выведения формул для расчета девиат и чисел степеней свободы.</p>	2	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
7.	<p>Корреляция.</p> <p>Параметрические и непараметрические показатели связи. Коэффициент ковариации. Эмпирический коэффициент корреляции. Непараметрические показатели связи. Z – преобразование Фишера. Множественная и парциальная корреляция.</p>	2	ЛВ
8.	<p>Регрессия.</p> <p>Линейная регрессия. Приложение линейной регрессии к решению типовых задач биотехнологии (построение калибровочного графика, определение кинетических параметров ферментов и типа ингибирования и культур микроорганизмов).</p>	2	ЛВ
9.	<p>Типовые ошибки добросовестных исследователей и признаки фальсификации научных данных.</p> <p>Перечень типовых ошибок добросовестного исследователя при остановке эксперимента, обработке и оформлении результатов работы. Классификация способов фальсификации научных данных/имитации статистической обработки результатов. Способы их выявления.</p>	2	ЛВ,Ф

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
1-3	Первичная группировка и обработка данных Получение первичных данных и их систематизация для дальнейшей обработки.	12	12	МК
4-5	Простейшие способы обработки данных. Сравнение двух выборок. Построение доверительных интервалов, оценка разности средних. Проверка условий применимости критериев различия.	8	8	МК
6-8	Обработка данных, объединенных в статистический комплекс, выявление и описание зависимостей переменных.	12	10	МК, МГ, УИРС
9	Экспертиза количественных научных данных и их статистической обработки. Методика поиска типовых ошибки добросовестных исследователей и способы выявления фальсификаций научных данных и имитаций статистической обработки.	4	2	МК, МГ, УИРС, Д

### 4.3.2. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	ГОСТ Р ИСО 5479-2002. Национальный стандарт Российской Федерации Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения	44	Устный опрос

### 4.5 Темы индивидуального задания

Темы для курсовой работы формулируются преподавателем с таким расчетом, чтобы интегрировать работу студентов группы и/или потока в единый научный проект, результаты которого используются для разработки задач для фонда оценочных средств.

Типовая тема курсовой работы:

«Разработка задачи для фонда оценочных средств (вариант)».

**Задачи для подготовки к контрольным работам:**

### **Контрольная работа №3**

#### **Задача 1**

Получены следующие значения площадей (в мм<sup>2</sup>) родинок у двух девушек возрастом 23 года:

#### **Объект 1**

0,5	10,0	1,1	3,0	1,8	1,5	1,5	0,5	1,0	1,0	4,0	1,0
1,0	0,5	1,0	4,2	2,5	3,0	1,8	2,0	2,5	1,1	2,0	3,0
1,1	1,0	2,5	0,5	1,0	1,0	2,5	0,5	2,0	3,0	1,5	1,1
2,5	0,5	2,0	1,0	2,5	1,1	1,0	1,8	3,0	2,0	2,0	2,5
4,2	1,8	1,1	2,0	1,0	1,8	1,1	1,0	1,5	1,5	1,0	3,0
2,0	1,1	2,5	1,5	0,5	1,5	1,0	3,0	1,1	2,5	1,8	1,1
1,0	3,0	1,0	1,0	2,0	2,5	1,1	1,5	1,1	3,0	1,1	2,0
0,5	1,0	1,1	0,5	1,5	1,0	1,0	2,0	1,8	1,0	2,0	1,8
1,0	1,1	1,8	2,5	2,0	2,0	1,5	1,8	1,5	1,1	1,1	1,5
1,8	1,0	1,5	1,5	1,8	5,0	1,1	1,5	0,5	1,1	1,5	1,5
1,5	1,0	1,1	1,0								

#### **Объект 2**

1,0	1,5	3,8	22,0	2,8	1,1	1,1	4,9	1,0	3,1	3,8	0,8	1,3
-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

1,8 2,5 0,8 1,0 1,0 0,8 2,9 1,5 3,5 1,3 1,3 1,5 1,8  
 3,8 2,1 3,5 3,8 1,5 1,3 2,0 0,8 1,1 1,0 3,4 9,7 0,6  
 2,5 1,3 3,1 1,9 6,7 1,3 1,8 3,5 1,3 3,5 0,8 1,5 1,1  
 5,2 0,8 2,4 0,6 5,7 3,4 10,8 0,8 2,3 1,3 3,0 3,1 1,0  
 1,1 2,6 21,2

У какой из них (1 или 2) площадь родинок варьируется сильнее?

**Задача 2** Число лучей в коробочках мака *Papaver somniferum*

$x_i$	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
f	1	2	8	31	94	170	111	37	11	3

Вычислить теоретические частоты

**Задача 3** Максимальная длина тела у разных видов лягушек

$X_i$	2,5	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5
F	46	120	30	9	4	0	0	0	1

Найти коэффициент вариации

**Задача 4** Число лучей в хвостовом плавнике камбалы *Pleuronectes platessa*

$X_i$	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
F	5	2	13	23	58	96	134	126	111	74	37	16	4	2	1

Вычислить теоретические частоты

**Задача 5** Число лучей в хвостовом плавнике ерша

$X_i$	11	12	13	14	15	16
F	1	2	189	1234	454	20

Вычислить теоретические частоты

**Задача 6** Число лучей в коробочках мака *Papaver somniferum*

$x_i$	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
f	1	2	8	31	94	170	111	37	11	3

Найти коэффициент вариации

**Задача 7** Число лучей в хвостовом плавнике камбалы *Pleuronectes platessa*

$X_i$	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
F	5	2	13	23	58	96	134	126	111	74	37	16	4	2	1

Найти коэффициент вариации

**Задача 8** Число лучей в хвостовом плавнике ерша

$X_i$	11	12	13	14	15	16
F	1	2	189	1234	454	20

Найти коэффициент вариации

**Задача 9**

Было отобрано 100 семян льна и измерена их длина с точностью до 0,1 мм.

10,0; 10,8; 11,0; 11,2; 11,3; 11,5; 11,5; 11,9; 12,0; 12,0; 12,0; 12,0; 12,0; 12,0; 12,0; 12,1; 12,1; 12,1; 12,1; 12,2; 12,2; 12,2; 12,3; 12,3; 12,3; 12,5; 12,5; 12,6; 12,8; 12,9; 12,9; 13,0; 13,0; 13,0; 13,0; 13,0; 13,1; 13,1; 13,1; 13,1; 13,1; 13,1; 13,1; 13,1; 13,1; 13,1; 13,2; 13,2; 13,2; 13,2; 13,3; 13,3; 13,5; 13,5; 13,5; 13,6; 13,6; 13,6; 13,8; 13,9; 13,9; 14,0; 14,0; 14,0; 14,1; 14,1; 14,1; 14,2; 14,2; 14,2; 14,2; 14,2; 14,2; 14,2; 14,4; 14,4; 14,5; 14,5; 14,5; 14,6; 14,6; 14,8; 14,9; 14,9; 15,0; 15,1; 15,1; 15,1; 15,2; 15,2; 15,2; 15,2; 15,3; 15,5; 16,3; 17,0; 18,0.

### ОЦЕНИТЬ ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

#### Задача 10

Измерена длина секущихся кончиков волос в мм.

$X_i$ , мм	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60
$F_i$	9	9	7	8	3	4	4	2	2	1	1

### ОЦЕНИТЬ ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

#### Задача 11

Было отобрано 100 листьев пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare* измерена их длина с точностью до 1 см.

$X_i$ см	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$F_i$	3	5	8	10	16	19	15	11	8	4	1

### ВЫЧИСЛИТЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЧАСТОТЫ

#### Задача 12

С помощью штангенциркуля были измерены их длины орехов миндаля *Amygdalus communis* L. 1753 с точностью до 0,1 мм:

20,3; 21,5; 23,7; 26,7; 21,8; 20,7; 22,1; 21,5; 22,7; 20; 18; 22,4; 19,9; 22,7; 21,2; 21,7; 18,6; 19,5; 22; 20,3; 20,7; 23,8; 21,8; 20; 21,3; 20,5; 23,6; 22,5; 23,3; 22,2; 25; 20,5; 19,8; 21,3; 19,6; 19,2; 20; 21,7; 23,6; 22; 23,6; 17,9; 22,6; 20,8; 21; 21; 20; 20; 20,6; 21,5; 20,5; 18,6; 21,2; 20; 20,5; 20; 20; 22,4; 23,1; 20,2; 19,5; 20,4; 20,2; 23; 22; 21,2; 21,5; 21,7; 21,6; 19,5; 21,1; 22,2; 23,5; 20,5; 21; 22; 19,5; 21,2; 19; 22,1; 20,7; 20; 21,2; 21,3; 21,9; 21,4; 24,2; 22,8; 21,7; 21,9;

### ОЦЕНИТЬ ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

#### Задача 13

Было отобрано 50 волос человека и измерена их толщина с точностью до 0,01 мм. Результат представлен в виде безынтервального вариационного ряда.

$X_i$ , мм	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
$F_i$	4	10	15	10	9	2

### ОЦЕНИТЬ ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

#### Задача 14

Дан вариационный ряд длины семян тыквы (в мм)

$X_i$	$f_i$
10	5
11	11
12	15
13	18
14	19
15	6
16	6

ОЦЕНИТЬ ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

#### Задача 15

С помощью штангенциркуля были измерены 80 кофейных зёрен

*Coffea arabica L.* с точностью до 0,1 мм:

9; 9,4; 9,8; 10,1; 10; 9; 13; 8,4; 9,8; 10,9; 9,1; 9,5; 8,2; 8,1; 10,6; 11,6; 9,3; 10; 8,7; 8,6; 8,4; 7,8; 11,3; 11,9; 10,2; 9,6; 8,6; 10; 11; 9,1; 8,6; 9,9; 11; 10,2; 10; 10,7; 8,7; 9,8; 13,3; 9,4; 8,8; 10,2; 9; 9,6; 8,3; 8,9; 12,1; 8,8; 10; 8,6; 12,2; 9; 12; 11; 7,3; 11; 8,6; 8,1; 8,7; 10,5; 9,7; 10; 9,7; 10,1; 8,7; 8,1; 9,7; 9,5; 10; 9,2; 8,1; 9,3; 9,8; 8,9; 10,6; 9,8; 9,7; 8,3; 10,1; 8,4.

ОЦЕНИТЬ ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

#### Задача 15

Было взято 80 штук зерен миндаля сорта «Басмати» компании ООО «Мистраль Трейдинг». С помощью миллиметровой линейки были измерены их длины с точностью до 0,1 мм:

8,0; 7,0; 7,1; 7,4; 6,5; 8,0; 6,5; 7,5; 6,1; 7,5; 8,0; 7,5; 6,5; 8,0; 6,5; 5,5; 6,9; 6,0; 7,3; 7,0; 7,5; 7,1; 7,2; 7,0; 7,2; 8,0; 7,0; 7,3; 6,5; 5,0; 7,1; 6,8; 5,0; 8,0; 7,8; 8,0; 5,0; 6,5; 5,5; 7,9; 7,0; 7,7; 5,9; 7,3; 5,9; 7,9; 6,1; 7,2; 6,7; 7,3; 7,1; 7,5; 6,1; 6,4; 5,3» 8,0; 7,8; 7,0; 7,9; 7,0; 7,4; 6,1; 6,9; 8,5; 8,0; 7,0; 6,5; 6,9; 7,0; 6,2; 6,4; 7,1; 7,0; 6,0; 7,8; 7,2; 7,0; 7,0; 6,6; 6,0.

ОЦЕНИТЬ ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

#### Задача 16

Было отобрано 120 семян подсолнечника *Helianthus annuus L. 1753* и измерена их масса с точностью до 0,0001 грамма. Результат представлен в виде вариационного ряда.

X <sub>i,Г</sub>	0,0731	0,0743	0,084	0,0849	0,0914	0,0939	0,0947	0,0968	0,0992
f <sub>i</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1	2
X <sub>i,Г</sub>	0,1004	0,1017	0,102	0,1021	0,1028	0,103	0,1036	0,1038	0,1041
f <sub>i</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X <sub>i,Г</sub>	0,1049	0,1051	0,1053	0,106	0,107	0,1074	0,1087	0,1103	0,1106
f <sub>i</sub>	1	1	1	1	1	1	2	1	2
X <sub>i,Г</sub>	0,1109	0,1112	0,1117	0,1125	0,1132	0,1133	0,1136	0,1137	0,114
f <sub>i</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X <sub>i,Г</sub>	0,1141	0,1143	0,1146	0,1148	0,1151	0,1155	0,1161	0,1169	0,1178
f <sub>i</sub>	1	1	1	2	1	2	1	1	1
X <sub>i,Г</sub>	0,118	0,1189	0,1191	0,1197	0,12	0,1213	0,1215	0,122	0,1228
f <sub>i</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X <sub>i,Г</sub>	0,1233	0,1234	0,1236	0,1237	0,124	0,1241	0,1251	0,1258	0,1259
f <sub>i</sub>	1	1	1	1	2	1	1	1	1
X <sub>i,Г</sub>	0,1281	0,1282	0,1284	0,1287	0,1292	0,1312	0,1327	0,1328	0,1333
f <sub>i</sub>	2	1	1	1	1	2	1	1	1
X <sub>i,Г</sub>	0,1336	0,1338	0,1342	0,135	0,1357	0,1359	0,1384	0,1386	0,1387
f <sub>i</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X <sub>i,Г</sub>	0,139	0,1391	0,1424	0,1432	0,1434	0,145	0,1454	0,1474	0,1483
f <sub>i</sub>	1	1	2	1	1	1	1	1	1
X <sub>i,Г</sub>	0,1508	0,1556	0,1568	0,1574	0,1575	0,159	0,1595	0,1602	0,1609
f <sub>i</sub>	1	1	2	1	1	1	1	1	1
X <sub>i,Г</sub>	0,1667	0,1673	0,1683	0,1702	0,1732	0,1757	0,1772	0,1788	0,1811
f <sub>i</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X <sub>i,Г</sub>	0,1879	0,1918							
f <sub>i</sub>	1	1							

ОЦЕНИТЬ ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

### Задача 17

Было отобрано 90 плодов дерева засушенных плодов дерева *Prunus subg. Cérasus*, измерен их диаметр с точностью до 1 мм.

X	11,9	12	12,1	12,2	12,4	12,6	12,7	12,9	13,0	13,3
Fi	1	1	1	1	1	1	2	3	2	3
X	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	14	14,2	14,3	14,4
Fi	1	2	2	2	3	4	2	1	1	1
X	14,5	14,6	14,7	14,8	14,9	15	15,2	15,5	15,6	15,7
Fi	2	1	2	3	2	5	2	3	1	2
X	15,9	16,1	16,3	16,6	16,7	16,8	16,9	17,1	17,6	17,7
Fi	4	2	1	3	4	2	2	1	1	1
X	17,9	18,1	18,2	18,4	18,5	18,9	19,3	19,8	20,1	
Fi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

ОЦЕНИТЬ ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

### Задача 18

Было отобрано 50 штук кофейных зёрен и измерена их длина с точностью до 1 мм.

X <sub>i</sub> , мм	7.0	7.4	7.5	8.1	8.3	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.7	10.0	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.8
F <sub>i</sub>	1	1	2	3	1	1	10	1	3	1	1	1	7	1	2	3	2	6	3

ОЦЕНИТЬ ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

### Задача 19

Было отобрано 80 штук лавровых листьев *Laurus nobilis*. С точностью до 1 мм была измерена их длина:

73; 88; 85; 77; 64; 78; 63; 65; 44; 56; 60; 41; 51; 67; 41; 36; 57; 70; 60; 53; 41; 60; 79; 90; 70; 59; 46; 81; 60; 57; 72; 87; 85; 67; 58; 81; 72; 64; 66; 65; 49; 65; 60; 58; 46; 55; 58; 59; 59; 31; 65; 52; 55; 62; 72; 63; 74; 70; 69; 37; 39; 57; 86; 65; 65; 88; 57; 58; 75; 38; 57; 50; 82; 53; 57; 33; 72; 61; 47; 52.

ОЦЕНИТЬ ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

### Задача 20

Было отобрано 100 зерен риса и измерена их длина с точностью до 0,1 мм.

X <sub>i</sub> , мм	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3
F <sub>i</sub>	1	0	0	0	0	1	1	0	2	0	4	3	7	4	9	5	9	13	15	7	9	7	2	1

ОЦЕНИТЬ ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

### Задача 21

Было отобрано 100 зёрен кукурузы Краснодарского края г. Тимашёвски измерена их длина с точностью до 1 мм.

X <sub>i</sub> , мм	8,0	8,6	9,0	9,5	9,9	10,0	10,2
F <sub>i</sub>	1	1	2	3	2	21	3
X <sub>i</sub> , мм	10,5	11,0	11,3	11,5	12,0	12,5	13,0
F <sub>i</sub>	3	29	1	9	10	8	3
X <sub>i</sub> , мм	13,5	13,6	14,0				
F <sub>i</sub>	1	1	2				

ОЦЕНИТЬ ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

### Задача 22

Было отобрано 80 игл ели и измерена их длина с точностью до 1 мм

$X_i, \text{мм}$	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$F_i$	5	5	13	19	21	11	3	2	1

ОЦЕНИТЬ ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

### Задача 23

Измерена длина бровей у 40 человек.

5,5 4,5 6,3 6,5 6,1 5,1 5,2 6,8 5,0 4,5

5,5 7,5 4,0 3,9 5,3 3,2 4,7 5,1 5,2 3,3

6,1 6,2 6,0 5,5 4,6 4,8 5,6 4,8 4,5 6,0

6,0 5,5 5,1 5,2 5,0 5,5 4,6 4,5 5,7 5,1

ОЦЕНИТЬ ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

### Задача 24

Измерена длина 100 игл кактуса рода Эхинопсис(лат. Echinópsis) с точностью до 1 мм

14 11 15 6 12 22 7 11 14 9 27 16 12 16 7 14 10 5 14 11

8 7 10 7 20 6 14 7 13 15 12 13 15 22 19 14 15 21 13 11

5 6 7 7 6 21 12 16 12 14 7 5 8 23 14 9 13 12 5 12

11 12 10 18 13 12 19 10 14 3 8 18 15 17 13 9 7 6 7 4

8 7 9 5 8 20 18 7 4 9 7 10 19 13 12 7 11 18 15 16

ОЦЕНИТЬ ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

### Контрольная работа №2

#### Задача 1

Сравнить рост студентов (см) в двух учебных потоках.

Поток 1

168 169 156 171 175 159 167 169 170 156

168 169 164 172 171 174 176 170 173 171

169 155 174 176 160 172 172 182 163 187

172 161 176 164 166 163 172 175 156 164

167 177 183 163 172 172 173 163 166 178

169 167 172 171 165 175 171 186 165 164

Поток 2

163 173 173 177 173 156 173 160 176 171

169 163 163 172 178 166 164 171 163 163

172	163	172	163	169	164	164	170	176	163
179	176	182	169	159	169	166	165	167	173
170	170	169	164	177	173	166	161	162	190
160	165	156	157	174	168	176	170		

### **Задача 2**

Сравнить рост студентов (см) в двух учебных потоках.

Поток 1

164	164	172	170	164	173	165	167	173	184
163	179	161	162	158	171	177	164	166	171
174	170	174	164	174	170	164	162	166	168
169	169	163	178	166	168	168	180	163	165
163	158	171	175	170	165	184	169	167	167
164	173	168							

Поток 2

179	165	173	161	166	165	159	175	169	172
172	167	160	156	161	174	167	174	167	168
168	167	167	171	168	162	174	173	173	165
167	172	176	174	171	169	161	173	170	176
171	166	171	167	156	167	166	167	173	169
176	168	163	169						

### **Задача 3**

Вес девушек 17-19 лет составляет

57	68	56	57	62	85	60	45	46
64	60	49	47	55	58	81	60	62
53	53	52	61					

Вес юношей 17-19 лет составляет

87	97	75	82	63	81	92	87
----	----	----	----	----	----	----	----

ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

### **Задача 4**

Рост девушек 17-19 лет составляет

176	173	174	177	164	171	170	168	168
180	163	168	160	159	170	170	164	167
164	160	162	169					

Рост юношей 17-19 лет составляет

185	180	179	185	180	181	186	176
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

### **Задача 5**

Размер обуви девушек 17-19 лет составляет

39	40	38	38	38	41	39	37	37
39	38	37	36	37	38	40	38	38
37	37	36	39					

Размер обуви юношей 17-19 лет составляет

44	44	43,5	44	44	45	43	41
----	----	------	----	----	----	----	----

## ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

**Задача 6** Сравнить массу мышей в опыте и контроле

Опыт: 64, 68, 70, 72, 75, 75, 76, 79, 80, 83

Контроль: 60, 60, 62, 66, 68, 69, 70, 71, 73, 78, 80

## ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

### Задача 7

Измеряли диаметр (мм) семян гороха из двух партий.

Партия 1				
7,0	6,5	6,7	6,7	6,7
6,9	7,0	6,6	6,4	6,4
7,0	6,7	6,9	6,6	6,4
6,9	7,5	6,9	5,8	6,5
7,3	6,3	6,9	5,6	5,6

Партия 2				
6,9	6,5	6,9	6,0	6,6
6,8	6,2	7,0	7,1	6,0
6,5	6,9	6,5	7,4	6,7
7,0	7,4	7,0	6,7	6,9
6,7	6,5	7,2	6,7	7,0

## ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

### Задача 8

Проведено измерение частоты дыхания (вдохов в минуту) юношей и девушек возрастом от 18 до 21 года в состоянии покоя

девушки	юноши
18	16
17	15
18	13
19	15
20	17
18	17
16	16
19	18
18	16
17	15
18	16

## ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

### Задача 9

Проведено измерение частоты дыхания (вдохов в минуту) юношей и девушек возрастом от 18 до 21 года после 10 минут физической нагрузки

девушки	юноши
51	56
43	47
49	45

54	46
49	54
50	49
53	52
58	57
52	53
50	48
48	56

ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

### **Задача 10**

**Проведено измерение частоты дыхания (вдохов в минуту) юношей и девушек** возрастом от 18 до 21 года через 5 минут после физической нагрузки

<b>девушки</b>	<b>юноши</b>
20	20
17	18
19	18
17	17
19	19
18	22
19	20
19	20
17	20
19	19
21	22

ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

### **Задача 11**

**Проведено измерение систолического артериального давления юношей и девушек** возрастом от 18 до 21 года через 5 минут после физической нагрузки

<b>девушки</b>	<b>юноши</b>
135	143
121	128
118	123
136	131
113	137
111	125
102	131
129	134
100	137

112	132
108	133

ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

### **Задача 12**

**Проведено измерение** систолического артериального давления **юношей и девушек** возрастом от 18 до 21 в состоянии покоя

<b>девушки</b>	<b>юноши</b>
124	121
123	126
118	129
132	135
117	138
109	133
97	128
130	137
104	126
116	130
104	127

ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

### **Задача 13**

**Проведено измерение** систолического артериального давления **юношей** возрастом от 18 до 21 в состоянии покоя и через 5 минут после физической нагрузки

<b>в состоянии покоя</b>	<b>через 5 минут после физической нагрузки</b>
121	143
126	128
129	123
135	131
138	137
133	125
128	131
137	134
126	137
130	132
127	133

### **Задача 14**

**Проведено измерение систолического артериального давления девушек возрастом от 18 до 21 в состоянии покоя и через 5 минут после физической нагрузки**

в состоянии покоя	через 5 минут после физической нагрузки
124	135
123	121
118	118
132	136
117	113
109	111
97	102
130	129
104	100
116	112
104	108

### **Задача 15**

**Проведено измерение частоты дыхания (вдохов в минуту) юношей возрастом от 18 до 21 года в состоянии покоя и после 10 минут физической нагрузки**

в состоянии покоя	после 10 минут физической нагрузки
16	56
15	47
13	45
15	46
17	54
17	49
16	52
18	57
16	53
15	48
16	56

**ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ**

### **Задача 16**

**Проведено измерение частоты дыхания (вдохов в минуту) девушек возрастом от 18 до 21 года в состоянии покоя и после 10 минут**

физической нагрузки

в состоянии покоя	после 10 минут физической нагрузки
18	51
17	43
18	49
19	54
20	49
18	50
16	53
19	58
18	52
17	50
18	48

ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

**Задача 17**

Проведено измерение частоты дыхания (вдохов в минуту) юношей возрастом от 18 до 21 года в состоянии покоя и через 5 минут после физической нагрузки

в состоянии покоя	через 5 минут после физической нагрузки
16	20
15	18
13	18
15	17
17	19
17	22
16	20
18	20
16	20
15	19
16	22

ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

**Задача 18**

Проведено измерение частоты дыхания (вдохов в минуту) девушек

возрастом от 18 до 21 года в состоянии покоя и через 5 минут после физической нагрузки

в состоянии покоя	через 5 минут после физической нагрузки
18	20
17	17
18	19
19	17
20	19
18	18
16	19
19	19
18	17
17	19
18	21

ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

### Задача 19

Проведено измерение частоты дыхания девушек (после 10 минут физической нагрузки в состоянии покоя и через 5 минут после физической нагрузки)

после 10 минут физической нагрузки	через 5 минут после физической нагрузки
51	20
43	17
49	19
54	17
49	19
50	18
53	19
58	19
52	17
50	19
48	21

ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

### Задача 20

Проведено измерение частоты дыхания юношей (после 10 минут

физической нагрузки в состоянии покоя и через 5 минут после физической нагрузки

после 10 минут физической нагрузки	через 5 минут после физической нагрузки
56	20
47	18
45	18
46	17
54	19
49	22
52	20
57	20
53	20
48	19
56	22

ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

### Задача 21

Представлены данные о частоте сердечных сокращений юношей и девушек в состоянии покоя.

Частота сердечных сокращений у девушек в состоянии покоя		Частота сердечных сокращений у юношей в состоянии покоя	
$X_i$ , уд./мин	$F_i$	$X_i$ , уд./мин	$F_i$
57	1	55	1
62	1	56	1
65	1	58	1
68	2	60	2
71	1	62	1
72	3	64	2
73	3	66	2
74	1	68	1
75	1	69	1
76	2	70	2
77	2	71	1
78	1	72	2

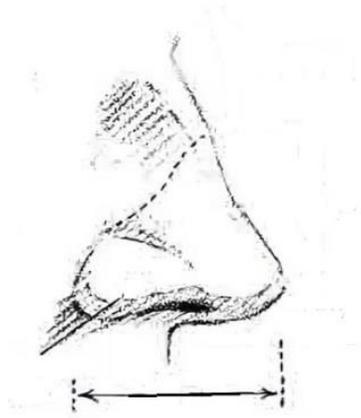
80	2	73	1
82	2	77	2
83	2	78	1
84	1	79	1
85	1	80	2
97	1	87	1
98	1	91	1
		95	1

ОЦЕНИТЬ РАЗЛИЧИЯ

### **Задача 22**

Были опрошены 59 человек посредством Google-опроса и получены следующие данные по длине носа в сагиттальной плоскости (рисунок) с точностью до 1 мм (таблица).

Таблица – Длина носа в сагиттальной плоскости



## Сагиттальная ПЛОСКОСТЬ

Рисунок – Измерение сагиттальной  
плоскости

Xi	Мужчины	Женщины
1	6	2
1,1	1	0
1,2	1	1
1,4	0	1
1,5	5	14
1,6	0	1
1,7	2	0
1,8	1	1
2	8	13
2,1	4	2
2,2	2	1
2,3	2	2
2,4	2	1
2,5	5	8
2,7	0	2
2,8	0	1
2,9	1	0
3	11	5
3,1	1	0
3,2	1	1
3,4	0	1
3,5	2	0
3,6	0	1
3,8	2	0
4	2	1

ОЦЕНИТЬ РАЗЛИЧИЕ ДЛИНЫ НОСА В САГИТТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ У МУЖЧИН И ЖЕНЩИН

### Задача 23

Были опрошены 59 человек посредством Google-опроса и получены следующие данные по длине носа от переносицы до кончика с точностью до 1 мм (таблица).

Таблица – Длина носа от переносицы до кончика

$X_i$	Мужчины ( $f_i$ )	Женщины ( $f_i$ )
2	2	0
2,5	0	1
3	6	5
3,2	1	1
3,4	1	0
3,5	3	5
3,9	1	0
4	5	9
4,2	2	2
4,3	1	2
4,4	1	0
4,5	6	10
4,7	0	1
4,8	5	1
5	11	17
5,1	0	1
5,2	3	0
5,3	2	0
5,4	4	0
5,5	0	1
6	5	0
6,4	0	1
6,8	0	1
7	0	1

ОЦЕНИТЬ РАЗЛИЧИЕ ДЛИНЫ НОСА ОТ ПЕРЕНОСИЦЫ ДО КОНЧИКА У МУЖЧИН И ЖЕНЩИН

### Задача 24

В двух локациях были отобраны пробы еловой (*Picea abies* L. 1753) хвои и измерена их длина с точностью до 1 мм.

xi	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
F1i	0	0	0	1	1	2	6	7	8	10	4	1	0	0
F2i	1	2	4	4	3	3	0	4	6	5	9	3	2	4

ОЦЕНИТЬ РАЗЛИЧИЕ

### Задача 25

Измеряли пульс до и после приема кофе. Испытуемая группа включала мужчин и женщин различных возрастов (от 26 до 69 лет, средний возраст 48 лет)

Пульс до приема кофе:

60 74 78 81 82 78 66 70 88 92 61 76 73 70 69 72 64 76 71  
60 68 60 80 65 60 75 77 62 63 74 76 81 72 90 82 60 75 61  
60 81 55 73 61 69 62 60

Пульс после приема кофе:

92 76 81 85 90 71 75 74 91 102 60 61 65 78 77 80 67 78 76  
58 79 65 85 70 66 80 73 63 66 73 80 85 73 85 80 65 78 61  
63 78 61 78 69 69 63 64

ОЦЕНИТЬ РАЗЛИЧИЕ

### Задача 26

Измерена длина 60 игл пицундской сосны в двух локациях с точностью до 1 мм.

Геленджик	Село Дивногорское						
131	125	122	139	130	109	110	100
175	124	144	139	163	145	154	126
141	133	139	131	147	124	159	157
100	144	129	119	168	129	142	148
121	148	135	128	56	145	123	184
147	123	107	144	67	117	130	125
157	110	123	133	179	146	102	83
110	145	138	142	143	155	129	126
108	164	173	163	148	164	156	154
135	151	164	117	94	136	138	129
107	111	124	153	155	137	145	164
140	116	130	142	151	165	160	105
166	130	119	140	133	123	132	110
132	119	129	142	149	110	122	145
160	143	133	130	102	137	141	105

ОЦЕНИТЬ РАЗЛИЧИЕ

### Задача 27

Измерена длина 60 игл пицундской сосны в двух локациях с точностью до 1 мм.

Анапа				Новороссийск			
170	155	164	144	162	185	168	152
178	153	174	156	203	143	173	124
189	122	164	183	141	190	164	130
170	158	162	160	147	133	168	163
161	166	148	153	170	165	186	159
204	135	145	160	194	177	182	163
161	176	154	145	180	148	187	174
154	135	127	164	134	152	162	165
134	130	171	154	177	182	187	171
148	137	134	206	154	129	176	171
133	153	160	142	188	182	156	200
144	138	164	149	176	120	147	179
174	168	153	164	159	153	71	152
180	179	161	200	172	157	158	138
153	170	173	149	170	124	161	167

ОЦЕНИТЬ РАЗЛИЧИЕ

### Задача 28

Измерена длина 60 игл пицундской сосны в двух локациях с точностью до 1 мм.

Анапа				Цементная долина			
170	155	164	144	194	100	148	150
178	153	174	156	143	144	116	122
189	122	164	183	123	114	146	122
170	158	162	160	188	125	125	108
161	166	148	153	171	128	141	84
204	135	145	160	114	110	142	123
161	176	154	145	91	145	144	128
154	135	127	164	161	102	116	136
134	130	171	154	144	141	117	156
148	137	134	206	151	138	122	132
133	153	160	142	109	158	169	155
144	138	164	149	141	127	130	143
174	168	153	164	110	116	175	153
180	179	161	200	124	140	171	102
153	170	173	149	145	118	104	132

ОЦЕНИТЬ РАЗЛИЧИЕ

### Задача 29

Измерена длина 60 игл пицундской сосны в двух локациях с точностью до 1 мм.

Цементная долина				Новороссийск		
194	100	148	162	185	168	152
143	144	116	203	143	173	124
123	114	146	141	190	164	130
188	125	125	147	133	168	163
171	128	141	170	165	186	159
114	110	142	194	177	182	163
91	145	144	180	148	187	174
161	102	116	134	152	162	165
144	141	117	177	182	187	171
151	138	122	154	129	176	171
109	158	169	188	182	156	200
141	127	130	176	120	147	179
110	116	175	159	153	71	152
124	140	171	172	157	158	138
145	118	104	170	124	161	167

ОЦЕНИТЬ РАЗЛИЧИЕ

### Контрольная работа №3

#### Задача 1

Определялось количество сульфгидрильных групп сыворотки крови в различный период заболнвания /А/. Проведите дисперсионный анализ:

A1	41	31	38	39	38		
A2	32	22	40	32	32	24	30
A3	18	27	17	22	22	20	

#### Задача 2

Изучалось влияние возрастающих доз удобрения на урожайность.

Проведите дисперсионный анализ:

A1	30	35	34	32	30	31
A2	35	36	37	38	39	34

#### Задача 3

Число колоний на чашках Петри полученных из различных участков почв /А/ составило:

A1	7	4	8	10	10	7	16	11	7
A2	5	10	9	4	7	5	1	11	12
A3	6	7	9	10	15	14	12	12	4
A3	7	7	11	10	8	8	12	7	12

Проведите дисперсионный анализ.

### **Задача 5**

Дан процент растений сой, пораженной раком стебля в зависимости от сорта сои /А/. Провести дисперсионный анализ.

A1	19,3	29,2	1,0	6,4
A2	10,1	34,7	14,0	5,6
A3	25,2	36,5	23,4	12,9
A4	14,0	30,2	7,2	8,9

### **Задача 6**

Даны сведения о частоте сердечных сокращений в состоянии покоя и после пробежки. Влияет ли бег на частоту пульса?

Таблица 1 – Ранжированный вариационный ряд сердечных сокращений в состоянии покоя

$X_i$ , уд./мин	74	75	76	79	80	81	82	83	84	90	93
$F_i$	1	1	3	2	4	1	2	4	2	5	2

Таблица 2 – Ранжированный вариационный ряд сердечных сокращений после бега

$X_i$ , уд./мин	166	168	170	172	173
$F_i$	1	1	1	1	1

174	175	176	177	178	179	180	182	183
1	1	4	2	4	3	5	1	1

### **Задача 7**

Получены следующие данные о плодовитости ышей после облучения рентгеновскими лучами:

Группы	Число мышат от отдельных самок			
Контроль	10	12	11	10
Доза p100	8	10	7	9
Доза p200	7	9	6	4

Влияет ли облучение на плодовитость мышей?

### **Задача 8**

Годовые удои (в литрах) отдельных коров распределялись в зависимости от количества отелов следующим образом:

Количество отелов	Годовые удои отдельных коров				
	1	2115	2290	2230	
2	2238	2364	2310		
3	2462	2381	2236	2327	
4	2381	2472	2415		
5	2430	2375	2402	2405	
6	2504	2471	2371	2400	2628
7	2439	2508	2439	2784	

Влияет ли количество отелов на годовые удои?

### Задача 9

Даны сведения о содержании гемоглобина у различных пород. Провести дисперсионный анализ.

Порода	Процент гемоглобина					
	A1	87	92	86	91	90
A2	91	90	88	89		
A3	85	82	85	86		
A4	82	82	85	83	81	

### Задача 10

Получены следующие данные о содержании хлорофилла  $b$  (в мг/дм<sup>2</sup>) в листьях канатника (*Abutilon*) в разное время суток:

Часы суток	Определения			
	1	2	3	4
15	1,24	1,32	0,98	0,95
18	0,92	0,84	0,69	0,81
21	0,47	0,30	0,28	0,41
24	0,34	0,82	0,99	0,69
6	0,94	0,82	0,95	0,94
9	1,15	1,30	0,76	0,93
12	1,03	1,17	0,88	0,85

Влияет ли время суток на содержание хлорофилла  $b$  в листьях канатника?

### Задача 11

Гибридные крысы вскармливались самками разных генотипов. В таблице приведены средние веса крыс на 28-й день вскармливания (в г):

Помёты	Генотип крысы-кормилицы			
	A	F	I	J
1	62	55	53	42
2	68	42	62	54
3	64	60	50	61

4	65		53	48
5	60			40

Какое влияние на вес вскармливаемых крыс оказал генотип самки-кормилицы?

### **Задача 12**

Гибридные крысы вскармливались самками разных генотипов. В таблице приведены средние веса крыс на 28-й день вскармливания (в г):

Помёты	Генотип крысы-кормилицы			
	A	F	I	J
1	60	51	57	51
2	52	65	59	41
3	49	62	47	
4	48	64	53	
5		62		

Какое влияние на вес вскармливаемых крыс оказал генотип самки-кормилицы?

### **Задача 13**

Гибридные крысы вскармливались самками разных генотипов. В таблице приведены средние веса крыс на 28-й день вскармливания (в г):

Помёты	Генотип крысы-кормилицы			
	A	F	I	J
1	37	56	40	50
2	36	70	46	44
3	68	67	61	55
4			55	
5			56	

Какое влияние на вес вскармливаемых крыс оказал генотип самки-кормилицы?

### **Задача 14**

Гибридные крысы вскармливались самками разных генотипов. В таблице приведены средние веса крыс на 28-й день вскармливания (в г):

Помёты	Генотип крысы-кормилицы			
	A	F	I	J
1	59	60	45	45

2	58	53	57	52
3	54	56	61	53
4				42
5				54

Какое влияние на вес вскармливаемых крыс оказал генотип самки-кормилицы?

**Задача 15** Количество рождений ( $x$ ) и количество смертей ( $y$ ) на 1000 человек населения Англии и Уэльса за 1881-1930 гг. (за каждые 5 лет)

$x$	18,5	16,4	15,5	14,3	13,2	8,6	5,1	4,9	1,7
$y$	9,4	8,9	8,7	7,7	6,0	4,3	4,4	2,2	2,1

Вычислить коэффициент корреляции

**Задача 16** Процент белка в молоке матери ( $x$ ) и число дней до удвоения веса ( $y$ ) у детёнышей различных млекопитающих

Вид	$y$	$x$
Кролик	6	14,5
Собака	8	7,1
Овца	100	6,5
Свинья	18	5,0
Коза	19	4,3
Корова	47	3,5
Лошадь	60	2,0
Человек	180	1,6

Вычислить коэффициент корреляции

**Задача 17** Ширина раковины и число ребер на ней у ископаемого моллюска *Othambonites majuscula*

$x$	18,4	19,0	19,0	20,0	21,8	21,8	22,2	22,4	23,0
$y$	25	20	24	23	24	24	22	28	29
$x$	25,8	24,0	25,0	29,0	29,3	30,6	30,8	30,0	29,0
$y$	26	28	29	33	32	32	31	31	32
$x$	28,0								
$y$	33								

Вычислить коэффициент корреляции

**Задача 18** Вес( $x$ ) и рост( $y$ ) девушек 17-19 лет составляет

$x$	57	68	56	57	62	85	60	45	46
$y$	176	173	174	177	164	171	170	168	168
$x$	64	60	49	47	55	58	81	60	62
$y$	180	163	168	160	159	170	170	164	167
$x$	53	53	52	61					
$y$	164	160	162	169					

Вычислить коэффициент корреляции

**Задача 19** Рост( $y$ ) и размер обуви ( $z$ ) девушек 17-19 лет составляет

$y$	176	173	174	177	164	171	170	168	168
$z$	39	40	38	38	38	41	39	37	37
$y$	180	163	168	160	159	170	170	164	167
$z$	39	38	37	36	37	38	40	38	38
$y$	164	160	162	169					
$z$	37	37	36	39					

Вычислить коэффициент корреляции

**Задача 20** Вес( $x$ ) и рост( $y$ ) юношей составляет

$x$	87	97	75	82	63	81	92	87
$y$	185	180	179	185	180	181	186	176

Вычислить коэффициент корреляции

**Задача 21** Рост( $y$ ) и размер обуви ( $z$ ) юношей составляет

$y$	185	180	179	185	180	181	186	176
$z$	44	44	43,5	44	44	45	43	41

Построить уравнение регрессии

**Задача 22** Интенсивность миграции ( $x$ ) и средняя жирность ( $y$ ) зябликов на Куршской косе

$x$	360	280	210	220	190	240	170	170	170	110
$y$	4875	4103	3038	1307	840	506	351	196	162	73

Построить уравнение регрессии

**Задача 23** Скорость кровотока измеренная у детей кальциевым ( $x$ ) и цититоновым ( $y$ ) методами:

$x$	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$y$	5,2	5,7	7,3	6,9	7,0	7,4	9,2	8,0	9,8
$x$	13	14	15						
$y$	9,9	11,4	19,0						

Оцените коэффициент корреляции?

**Задача 24** Частота пульса в % от возрастной нормы ( $x$ ) и скорость кровотока ( $y$ ) у больных детей:

$x$	112	108	119	155	107	110	105	109	111
$y$	6	5	7	9	5	11	6	7	8

x	115	107	113
y	11	14	15

Построить уравнение регрессии

**Задача 25** Частота пульса и максимальное артериальное давление у детей разного возраста

x	121,8	119,2	111,3	113,3	98,3	93,8
y	99,5	103,0	103,1	106,8	99,1	99,2

Построить уравнение регрессии

### **Задача 26**

Частота пульса в % от возрастной нормы /x/ и скорость кровотока /y/ у больных детей составила:

X	121,8	119,2	111,3	113,3	98,3	93,8
y	99,5	103,0	103,1	106,8	99,1	99,2

Провести корреляционный анализ.

### **Задача 27**

Даны частота пульса /x/ и максимальное артериальное давление /y/ у детей разного возраста:

X	121,8	119,2	111,3	113,3	98,3	93,8
y	99,5	103,0	103,1	106,8	99,1	99,2

Проведите корреляционный анализ.

### **Задача 28**

Вычислите коэффициент корреляции для разных выборок и сравните их между собой: даны вес тела /x/ и вес головного мозга в % от веса тела /y/:

X1	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5
Y1	1,2	0,85	0,45	0,33	0,28	0,25	0,22
X2	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	
Y2	0,68	0,59	0,47	0,35	0,23	0,22	

### **Задача 29**

Вычислите коэффициент корреляции для разных выборок и сравните их между собой: дана полярографическая активность фильтрата сыворотки крови /x/ и количество сульфогидрильных групп /y/:

X1	80	61	51	108	79	141
Y1	36,0	43,0	45,2	30,6	39,0	21,5
X2	90	79	101	86	171	
Y2	31,0	37,2	35,3	31,8	23,35	

### **Задача 30**

Дан процент красностебельных растений в популяции нивяника /x/ и максимальная среднемесячная температура /y/:

X	15,3	15,5	16,1	16,4	16,6	17,1	17,8	18,0	19,2
У	66,5	51,0	42,0	32,0	24,0	20,0	7,5	4,5	1,0

Проведите корреляционный анализ.

### **Задача 31**

Вес тела в кг /x/ и вес головного мозга в % от веса тела /y/ составил:

Ладожский тюлень	X	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5
	У	1,65	1,30	0,95	0,75	0,62	0,53	0,46	0,38	0,38
Обыкновенный тюлень	X	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5
	У	4,10	2,24	1,12	0,85	0,68	0,55	0,55	0,50	0,43

Вычислить  $r_1$  и  $r_2$  и сравнить их между собой.

### **Задача 32** Дан рост студентов разных лет. Влияет ли год рождения на рост студентов

Рост студентов разных лет									
I		II		III			IV		
168	169	156	171	175	159	167	169	170	156
168	169	164	172	171	174	176	170	173	171
169	155	174	176	160	172	172	182	163	187
172	161	176	164	166	163	172	175	156	164
167	177	183	163	172	172	173	163	166	178
169	167	172	171	165	175	171	186	165	164
163	173	173	177	173	156	173	160	176	171
169	163	163	172	178	166	164	171	163	163
172	163	172	163	169	164	164	170	176	163
179	176	182	169	159	169	166	165	167	173
170	170	169	164	177	173	166	161	162	190
160	165	156	157	174	168	176	170	173	168
164	164	172	170	164	173	165	167	173	184
163	179	161	162	158	171	177	164	166	171
174	170	174	164	174	170	164	162	166	168
169	169	163	178	166	168	168	180	163	165
163	158	171	175	170	165	184	169	167	167
179	165	173	161	166	165	159	175	169	172
172	167	160	156	161	174	167	174	167	168
168	167	167	171	168	162	174	173	173	165
167	172	176	174	171	169	161	173	170	176
171	166	171	167	156	167	166	167	173	169
176	168	163	169	164					

### **Задача 33**

**Проведено измерение веса (в кг) юношей и девушек** возрастом от 18 до 21 года. Влияет ли пол на вес?

<b>девушки</b>	<b>юноши</b>
73	100
62	72
80	75
89	72
62	75
52	70
50	73
79	86
46	69
47	74
58	61

**5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.**

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

**6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсовой работы и зачёта.

Зачёт предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает один вопрос из перечня вопросов и одну задачу, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачёте:

Вариант № 1

**Вопрос** Схема анализа двух и трехфакторных комплексов.

**Задача**

Интенсивность миграции (x) и средняя жирность (y) зябликов на Куршкой косе

x	360	280	210	220	190	240	170	170	170	110
y	4875	4103	3038	1307	840	506	351	196	162	73

Построить уравнение регрессии

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «зачтено».

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.**

а) печатные издания:

1 Математическая статистика : Учебник для вузов / В. Б. Горяинов, И. В. Павлов, Г. М. Цветкова, О. И. Тескин; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. - 3-е изд., испр. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008. - 423 с. ISBN 978-5-7038-3191-5

2 Шипачев, В.С. Высшая математика : Учебник для вузов / В. С. Шипачев. - 8-е изд. - М. : Юрайт., 2020. - 447 с. ISBN 978-5-534-12319-7

3 Боровков, А.А. Математическая статистика : учебник / А. А. Боровков. - 4-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. - 703 с. ISBN 978-5-81141013-2

б) электронные издания:

4 Фокичева, Е. А. Планирование эксперимента и обработка результатов исследований : учебное пособие / Е. А. Фокичева, М. И. Алексеев. — Вологда : ВоГУ, 2014. — 72 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93070> (дата обращения: 21.01.2022). — Режим доступа: по подписке.

5 Колдаев, В. М. Основные приемы статистики в медико-биологических исследованиях : учебное пособие / В. М. Колдаев, А. В. Кропотов. — Владивосток : ТГМУ, 2019. — 104 с. — ISBN 978-5-98301-181-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/309695> (дата обращения: 21.01.2022). — Режим доступа: по подписке.

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

Электронный ресурс – официальный сайт Федеральная служба государственной статистики <https://rosstat.gov.ru/>

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:  
<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

Scirus <http://www.scirus.com>

Scencedirect <http://www.sciencedirect.com>

PubMed, PubMedCentral, Biomedcentral <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>

<http://www.pubmedcentral.nih.gov> <http://www.biomedcentral.com>

CAS <http://www.cas.org> <http://www.chemport.org> <http://www.chemistry.org>

<http://www.pubs.acs.org>

CiteXplore <http://www.ebi.ac.uk/citexplore>

CSA <http://www.csa.com>

Сайты международных издательств научной литературы (ACS, RSC, J. Wiley IS, M. Dekker, Elsevier, Taylor & Francis Web site, CRC Press Web site).

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Обработка экспериментальных данных в биотехнологии» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея знания по уже изученному материалу.

### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

#### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

#### **10.2. Программное обеспечение.**

Microsoft Office (Microsoft Excel)

Программа для виртуального вегетационного эксперимента «PyToxicology» (программа разработана на кафедре систем автоматизированного проектирования и управления СПбГТИ(ТУ) в интересах кафедры технологии микробиологического синтеза).

#### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

**11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

Персональные ЭВМ, проектор.

**12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Обработка экспериментальных данных в биотехнологии»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-5	Способен разрабатывать системы мероприятий по повышению эффективности технологических процессов производства биотехнологической продукции	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-5.2 Способность проводить статистическую обработку результатов биотехнологических исследований	Знает: Способы первичной группировки и обработки данных эксперимента или наблюдений, базовые статистические методы обработки результатов и условия из применимости к конкретным наборам данных (оценка характера распределения, параметрические и непараметрические критерии различия и показатели связи, регрессионный анализ).	Правильные ответы на вопросы №1-21 и 29-38 к зачету	Перечисляет способы первичной группировки и обработки данных эксперимента или наблюдений, базовые статистические методы обработки результатов и условия из применимости к конкретным наборам данных с ошибками несмотря на наводящие вопросы.	Перечисляет способы первичной группировки и обработки данных эксперимента или наблюдений, базовые статистические методы обработки результатов и условия из применимости к конкретным наборам данных без ошибок, но с наводящими вопросами.	Перечисляет способы первичной группировки и обработки данных эксперимента или наблюдений, базовые статистические методы обработки результатов и условия из применимости к конкретным наборам данных. Может применить эти знания для решения исследовательских задач
	Умеет: Разрабатывать протоколы, контрольные карты и прочие формы для получения и группировки первичных данных эксперимента или наблюдения. Осуществлять выбор наиболее подходящих способов обработки	Правильные ответы на вопросы № 22-28 к зачету	Имеет поверхностное представление о порядке регистрации и обработки данных об объекте исследования. Отвечает на вопросы с ошибками	Может разработать порядок регистрации и обработки данных об объекте исследования с помощью наводящих вопросов	Способен самостоятельно разработать порядок регистрации и обработки данных об объекте исследования, легко ориентируется в терминах.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	конкретных наборов данных эксперимента или наблюдений.				
	Владеет: методами проверки нормальности распределения, оценки разности средних с использованием различных критериев, составления доверительного интервала, вычисления коэффициентов корреляции и их сравнения с использованием критериев, приложением линейной регрессии к построению калибровочных кривых, изучению кинетики ферментативных реакций и роста микроорганизмов, оценке сроков хранения продукции.	Правильное решение комплексной задачи 1-17  Защита курсовой работы	С ошибками решает с использованием компьютерных программ	Решает задачи с использованием компьютерных программ небольшими подсказками преподавателя	Способен самостоятельно решать задачи с использованием компьютерных программ

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**  
**а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5:**

- 1 Место биологической статистики в системе биологических наук, предмет и основные понятия биологической статистики
- 2 Признаки и их свойства
- 3 Причины варьирования результатов наблюдений
- 4 Способы группировки первичных данных (таблицы и статистические ряды)
- 5 Средние величины (степенные и структурные)
- 6 Показатели вариации
- 7 Коэффициент вариации
- 8 Нормированное отклонение
- 9 Характерные черты варьирования, вероятность и её свойства
- 10 Биномиальное распределение
- 11 Распределение Пуассона
- 12 Нормальное (Гауссово) распределение
- 13 Проверка гипотезы о законе распределения при помощи критерия Пирсона
- 14 Использование асимметрии и эксцесса для проверки соответствия распределения нормальному закону
- 15 Доверительный интервал
- 16 t-критерий Стьюдента
- 17 F-критерий Фишера
- 18 X-критерий Ван-дер-Вардена,
- 19 U-критерий Уилкоксона (Манна-Уитни),
- 20 критерий знаков Z,
- 21 T-критерий Уилкоксона
- 22 Задать таблицей дисперсионный комплекс (n факторов в k градациях, m повторностей – на усмотрение экзаменатора).
- 23 Подготовить таблицу для получения исходных данных для построения регрессионного уравнения калибровочного графика.
- 24 Описать схему действий для оценки разности средних, если задан объем выборки n (задается экзаменатором).
- 25 Описать схему действий при необходимости сравнить два коэффициента парной корреляции (величина коэффициента задается экзаменатором произвольно).
- 26 Дисперсионный анализ. Суть метода и условия его применимости.
- 27 Схема дисперсионного анализа однофакторных комплексов.
- 28 Схема анализа двух и трехфакторных комплексов.
- 29 Параметрические показатели связи, коэффициент ковариации, эмпирический коэффициент корреляции.
- 30 Оценка разности между коэффициентами корреляции.
- 31 z – преобразование Фишера.
- 32 Оценка разности между z-коэффициентами.
- 33 Множественная корреляция.
- 34 Частная корреляция.
- 35 Непараметрические показатели связи, коэффициент корреляции Фехнера.
- 36 Коэффициент k корреляции знаков.
- 37 Понятие регрессии, построение и выравнивание эмпирических рядов регрессии, способ скользящей средней.
- 38 Линейная регрессия и ее приложения к задачам биотехнологии.

**б) Комплексные задачи для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5:**

1. Для определения количества глюкозы в культуральной жидкости необходимо построить «дружественный к пользователю» калибровочный график (линейный). Для этого были приготовлены стандартные растворы и проведено определение содержания глюкозы. Определение оптической плотности проводили против пустой пробы. Результаты представлены в таблице:

№ п.п.	Концентрация белка в стандартном растворе	Добавление реактива в пробу (+)	Результаты измерений оптической плотности
Контроль	0	+ (пустая проба)	0,000 (раствор используется в качестве стандарта для выставления нуля на шкале прибора – измерения против пустой пробы)
1	0,1	+	0,090
2	0,3	+	0,287
3	0,4	+	0,412
4	0,7	+	0,723
5	0,9	+	0,893
6	1,0	+	1,060

Построить калибровочный график и уравнение калибровочного графика.

2. Для определения количества глюкозы в культуральной жидкости необходимо построить калибровочный график (линейный). Для этого были приготовлены стандартные растворы и проведено определение содержания глюкозы. Определение оптической плотности проводили против пустой пробы. Результаты представлены в таблице:

№ п.п.	Концентрация белка в стандартном растворе	Добавление реактива в пробу (+)	Результаты измерений оптической плотности
Контроль	0	+ (пустая проба)	0,000 (раствор используется в качестве стандарта для выставления нуля на шкале прибора – измерения против пустой пробы)
1	0,2	+	0,090
2	0,6	+	0,287
3	0,8	+	0,412
4	1,4	+	0,723
5	1,8	+	0,893
6	2,0	+	1,060
7	2,2	+	1,070

Построить калибровочный график и уравнение калибровочного графика.

3. Определили активность партии фермента через определенные промежутки времени

Срок хранения, суток	30	60	90	120	150	180
Активность, ед	60000	35000	15000	8000	3900	2200

Вопрос: через сколько суток активность снизится до 100 единиц?

4. Определили активность партии фермента через определенные промежутки времени

Срок хранения, суток	30	60	90	120	150	180
Активность, ед	60000	35000	15000	8000	3900	2200

Вопрос: каков период полуинактивации фермента?

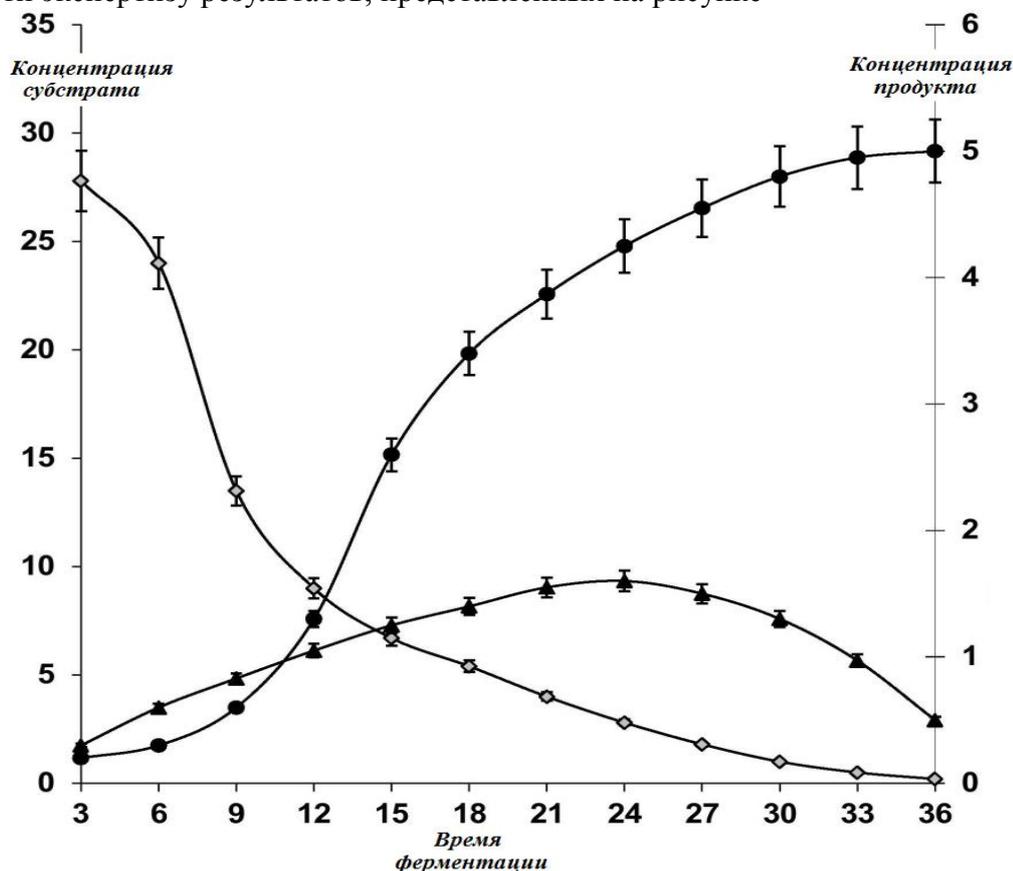
5. Для определения количества белка в растворе (определяем белок при 273 нм без дополнительных реактивов) необходимо построить калибровочный график (линейный).

Для этого были приготовлены стандартные растворы и проведено определение оптической плотности в нескольких повторностях на каждую концентрацию. Определение оптической плотности проводили против чистого растворителя (воды). Результаты представлены в таблице:

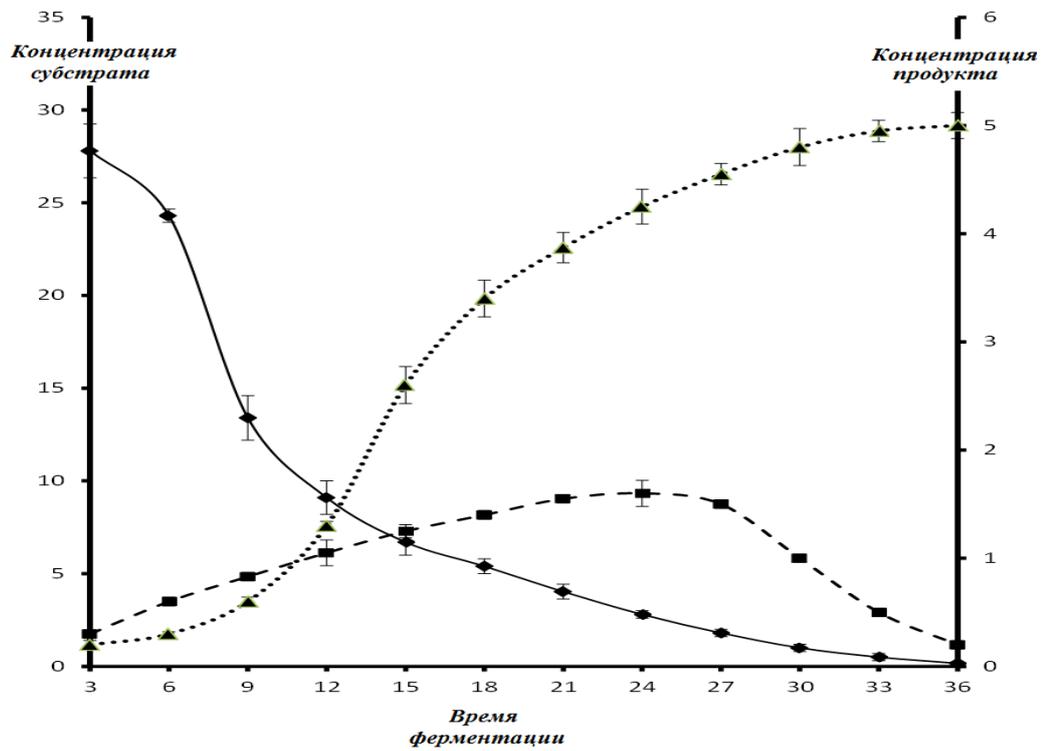
№ п.п.	Концентрация белка в стандартном Растворе мг/мл	Результаты измерений оптической плотности
1	0,2	0,090; 0,088; 0,092; 0,090; 0,091
2	0,6	0,287; 0,290; 0,288; 0,290; 0,289
3	0,8	0,412; 0,409; 0,415; 0,410
4	1,4	0,723; 0,730; 0,725
5	1,8	0,893; 0,889; 0,900
6	2,0	1,060; 1,050; 1,065
7	2,2	1,070; 1,060

Построить калибровочный график и уравнение калибровочного графика для определения концентрации белка по оптической плотности раствора.

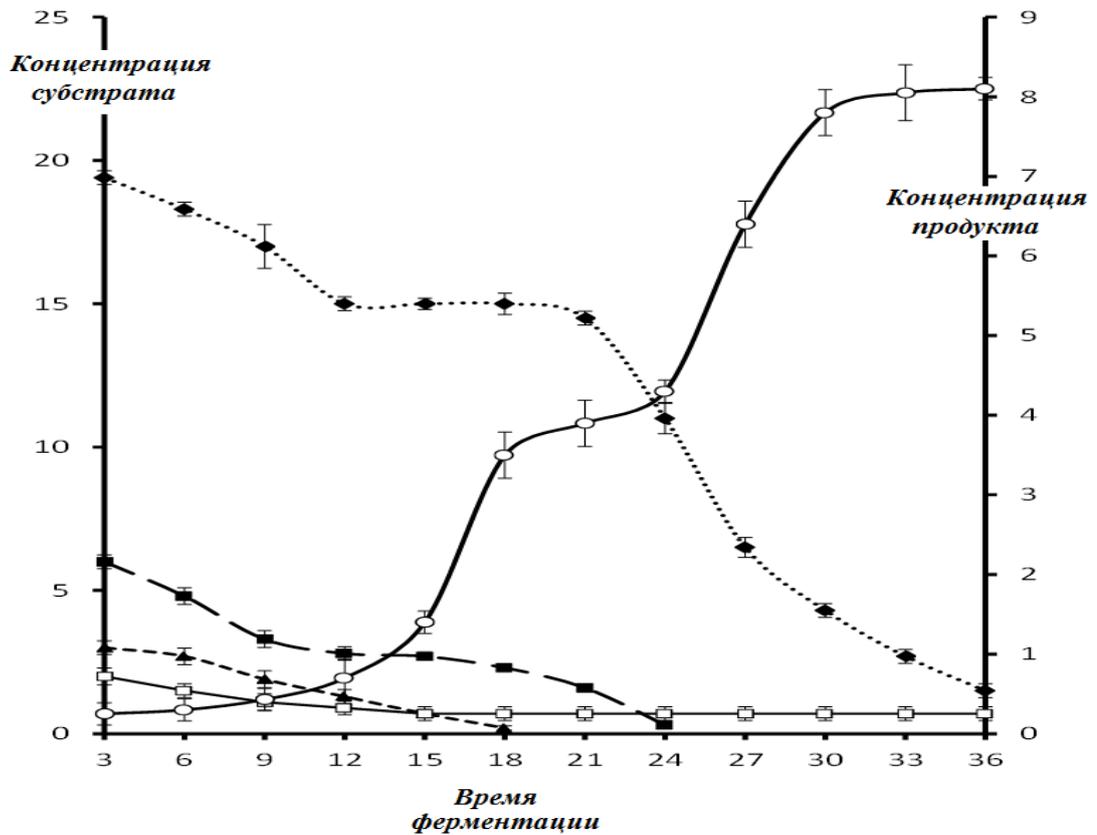
**6** Провести экспертизу результатов, представленных на рисунке



**7** Провести экспертизу результатов, представленных на рисунке



8 Провести экспертизу результатов, представленных на рисунке



9 При кормлении тушканчиков сухой и влажной пищей получены следующие данные о средних температурах тела самцов и самок тушканчиков (в градусах С) [Рокицкий П.Ф. "Биологическая статистика" Изд. 3-е. испр.. "Высшая школа" Минск 1973 г. 320 с.]:

пол	Отдельные наблюдения							
	сухая пища				Влажная пища			
самки	36,9	36,8	37	36,6	<b>37,3</b>	<b>36,8</b>	<b>37,3</b>	<b>37,1</b>
самцы	36,7	36,7	36,8	36,6	<b>36,7</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>36,9</b>

Выполнить дисперсионный анализ

10 Получены данные об урожайности при использовании различных удобрений

Группы (градации фактора)	Урожай на делянках (повторности)						
	1	2	3	4	5	6	7
Контрольная	35	33	31	37	42	35	40
Опытная 1-я	43	48	54	-	-	-	-
Опытная 2-я	36	31	42	36	-	-	-

Выполнить дисперсионный анализ

11 Вес( $x$ ) и рост( $y$ ) девушек 17-19 лет составляет

$x$	57	68	56	57	62	85	60	45	46
$y$	176	173	174	177	164	171	170	168	168
$x$	64	60	49	47	55	58	81	60	62
$y$	180	163	169	160	159	170	170	164	167

Вес( $x$ ) и рост( $y$ ) юношей составляет

$x$	87	96	75	82	63	81	93	87
$y$	185	181	179	185	180	180	186	176

Сравнить коэффициенты корреляции

12 Даны сведения о содержании гемоглобина у различных пород. Провести дисперсионный анализ.

Порода	Процент гемоглобина						
	A1	87	92	86	91	90	93
A2	91	90	88	89			
A3	85	82	85	86	80	82	
A4	82	82	85	83	81		

13 Процент белка в молоке матери и ( $x$ ) и число дней до удвоения веса ( $y$ ) у детёнышей различных млекопитающих

Вид	$y$	$x$
Кролик	6	14,5
Собака	8	7,1
Овца	110	6,5
Свинья	18	5,0
Коза	19	4,3
Корова	47	3,5
Лошадь	60	2,2
Человек	180	1,6

Вычислить коэффициент корреляции

14 Получены следующие данные о содержании хлорофилла  $b$  (в мг/дм<sup>2</sup>) в листьях канатника (*Abutilon*) в разное время суток:

Часы суток	Определения
------------	-------------

	1	2	3	4
15	1,24	1,32	0,98	0,94
18	0,92	0,84	0,69	0,81
21	0,47	0,31	0,28	0,41
24	0,34	0,82	0,99	0,69
6	0,94	0,82	0,95	0,94
9	1,15	1,30	0,76	0,93
12	1,03	1,19	0,88	0,85

Влияет ли время суток на содержание хлорофилла *b* в листьях канатника?

**Задача 15** Дан рост студентов разных лет. Влияет ли год рождения на рост студентов

Рост студентов разных лет									
I		II		III			IV		
168	169	156	171	175	159	167	169	170	156
168	169	164	172	171	174	176	170	173	171
169	155	174	176	160	172	172	182	163	187
172	161	176	164	166	163	172	175	156	164
167	177	183	163	172	172	173	163	166	178
169	167	172	171	165	175	171	186	165	164
163	173	173	177	173	156	173	160	176	171
169	163	163	172	178	166	164	171	163	163
172	163	172	163	169	164	164	170	176	163
179	176	202	169	159	169	166	165	167	173
170	170	169	164	177	173	166	161	162	190
160	165	156	157	174	168	176	170	173	168
164	164	172	170	164	173	165	167	173	184
163	179	161	162	158	198	177	164	166	171
174	170	174	164	174	170	164	162	166	168
169	169	163	178	166	168	168	180	163	165
163	158	171	175	170	165	184	169	167	167
179	165	173	161	166	165	159	175	169	172
172	167	160	156	161	174	167	174	167	168
168	167	167	171	168	162	174	173	173	165
167	172	176	174	171	169	161	173	170	176
171	166	171	167	156	167	166	167	173	169
176	168	163	169	164	178	156	190	183	165

**Задача 16** Годовые удои (в литрах) отдельных коров распределялись в зависимости от количества отелов следующим образом:

Количество отелов	Годовые удои отдельных коров				
	1	2115	2290	2230	
2	2238	2364	2310		
3	2462	2381	2236	2327	
4	2381	2472	2415		
5	2430	2375	2402	2405	
6	2504	2475	2371	2405	2627
7	2439	2508	2439	2784	

Влияет ли количество отелов на годовые удои?

**Задача 17** Гибридные крысы вскарммливались самками разных генотипов. В таблице приведены средние веса крыс на 28-й день вскарммливания (в г):

Помёты	Генотип крысы-кормилицы			
	A	F	I	J
1	59	60	45	45
2	58	53	57	52
3	54	56	61	53
4			56	42
5			65	54

Какое влияние н авес вскарммливаемых крыс оказал генотип самки-кормилицы?

При сдаче зачета, студент получает один вопрос из перечня, приведенного выше и одну комплексную задачу, которую необходимо решить с использованием Excel.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

#### **4. Темы курсовых работ:**

Темы для курсовой работы формулируются преподавателем с таким расчетом, чтобы интегрировать работу студентов группы и/или потока в единый научный проект, результаты которого используются для разработки задач для фонда оценочных средств.

Типовая тема курсовой работы:

«Разработка задачи для фонда оценочных средств (вариант)».

#### **5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсовой работы и зачета.

Шкала оценивания на зачете балльная «зачтено», «не зачтено». При этом «зачтено» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.