

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 28.08.2025 10:25:49  
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

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

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

Специальность

**06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика**

Специализация

**"Биоинженерия и биоинформатика"**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **технологии микробиологического синтеза**

Санкт-Петербург

2025

**Б1.В.ДВ.01.01**

## 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.....	11
4.4. Самостоятельная работа.....	11
4.5. Курсовая работа .....	11
4.6 Задачи для самостоятельного решения в рамках подготовки к контрольным работам.....	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	22
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	22
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	23
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	24
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	24
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	24
10.2. Программное обеспечение.....	25
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	25
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	25
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	25
Приложения:	
1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	22

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-4 Способен самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинформатики и смежных дисциплин, оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме</p>	<p>ПК-4.3 Способность осуществлять планирование эксперимента и обработку данных при проведении биотехнологических исследований</p>	<p><i>Знать:</i> Первичная группировка данных, планирование биотехнологического эксперимента. Особенности пассивного эксперимента (наблюдение). Методы корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа.</p> <p><i>Уметь:</i> Прилагать статистические методы к задачам определения констант культивирования микроорганизмов, прогноза потери активности ферментами (изотопами, веществами и т.д.).</p> <p><i>Владеть:</i> Навыками планирования эксперимента. Навыками обработки данных пассивного эксперимента. Навыками использования параметрических и непараметрических критериев для сравнения выборочных показателей. Навыками определения коэффициентов множественной и парциальной корреляции, периодов полуинактивации (фермента, изотопа, вещества) и т.д.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Обработка экспериментальных данных в биотехнологии» относится к дисциплинам по выбору Блока 1 «Дисциплины по выбору» образовательной программы специалитета (Б1.В.ДВ.01.01). Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре. Обучающиеся должны иметь знания по общей биологии и высшей математике ООП специалитета, «Математика», «Введение в информационные технологии», «Общая биология». Полученные в процессе изучения дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы при выполнении НИР, прохождении преддипломной практики, выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>3/ 108</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	64
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	36 (36)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	18
КСР	10
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>26</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет, КР

#### 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. Основные характеристики варьирующих объектов Статистические ряды.	2	4	-	2		
2	Законы распределения. Выборочный метод и оценка генеральных параметров.	2	4	-	3		
3	Непараметрические критерии.	2	2	-	3		
4	Дисперсионный анализ.	2	4	-	3		
5	Корреляционный анализ.	2	4	-	3		
6	Регрессионный анализ. Приложение линейной регрессии к задачам биотехнологии.	2	4	-	3		
7	Вопросы планирования исследований. Метод крутого восхождения.	2	6		3		
8	Вопросы планирования исследований. Симплекс-поиск.	2	4		3		
9	Использование статистических методов для экспертизы научных данных.	2	4		3		
	<b>Итого</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>26</b>		

#### 4.2 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	<u>Наименование темы</u> и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновацион- ная форма
1	<p><b><u>Основные понятия и определения. Основные характеристики варьирующихся объектов</u></b> <b><u>Статистические ряды.</u></b></p> <p>Место биологической статистики в системе биологических наук, предмет и основные понятия биологической статистики, признаки и их свойства, причины варьирования результатов наблюдений, способы группировки первичных данных (таблицы и статистические ряды). Средние величины (степенные и структурные) и показатели вариации. Коэффициент вариации и нормированное отклонение.</p>	2	ЛВ
2	<p><b><u>Законы распределения. Выборочный метод и оценка генеральных параметров.</u></b></p> <p>Характерные черты варьирования, вероятность и её свойства, биномиальное распределение, распределение Пуассона, параметры дискретных распределений, нормальное (Гауссово) распределение, проверка гипотезы о законе распределения при помощи критерия Пирсона, использование асимметрии и эксцесса для проверки соответствия распределения нормальному закону. Способы отбора, точечные оценки, статистические ошибки, доверительный интервал, критерии достоверности оценок, t-критерий Стьюдента, F-критерий Фишера.</p>	2	ЛВ
3	<p><b><u>Непараметрические критерии.</u></b></p> <p>X-критерий Ван-дер-Вардена, U-критерий Уилкоксона (Манна-Уитни), критерий знаков Z, T-критерий Уилкоксона</p>	2	ЛВ
4	<p><b><u>Дисперсионный анализ.</u></b></p> <p>Суть метода и условия его применимости. Схема дисперсионного анализа однофакторных комплексов. Схема анализа двух и трехфакторных комплексов.</p>	2	ЛВ

5	<p><b><u>Корреляционный анализ.</u></b></p> <p>Параметрические показатели связи, коэффициент ковариации, эмпирический коэффициент корреляции, оценка разности между коэффициентами корреляции, коэффициент детерминации, <math>z</math> – преобразование Фишера, оценка разности между <math>z</math>-коэффициентами, множественная и частная корреляция, непараметрические показатели связи, коэффициент корреляции Фехнера, коэффициент корреляции знаков.</p>	2	ЛВ
6	<p><b><u>Регрессионный анализ. Приложение линейной регрессии к задачам биотехнологии.</u></b></p> <p>Понятие регрессии, построение и выравнивание эмпирических рядов регрессии, способ скользящей средней, линейная регрессия, нелинейная (параболическая и гиперболическая) регрессия.</p>	2	ЛВ
7	<p><b><u>Вопросы планирования исследований. Метод крутого восхождения</u></b></p> <p>Методы оптимизации. Стратегия оптимизации. Полный факторный эксперимент. Перевод факторов в безразмерную систему координат. Геометрическая интерпретация плана полного факторного эксперимента. Уравнение регрессии, описывающее влияние факторов на функцию отклика. Дробные факторные планы. Отсев факторов, крутое восхождение, исследование области оптимума.</p>	2	ЛВ
8	<p><b><u>Вопросы планирования исследований. Симплекс-поиск</u></b></p> <p>Симплексный метод. Задание <math>n</math>-мерного симплекса. Сравнение крутого восхождения и симплексного метода.</p>	2	ЛВ
9	<p><b><u>Использование статистических методов для экспертизы научных данных</u></b></p> <p>Способы фальсификации научных данных и статистической обработки, методы их выявления. Ошибки добросовестного исследователя, эффект наблюдателя. Способы их устранения при планировании и организации НИР. «Элементы стиля в биологической статистике».</p>	2	ЛВ

### 4.3 Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечание
		Всего	в том числе на практическую подготовку	
1	<b><u>Основные понятия и определения</u></b> Студенты получают данные биологических экспериментов в необработанном виде и проводят их первичную обработку и группируют в вариационные ряды.	2	2	
	<b><u>Основные характеристики варьирующихся объектов</u></b> По ранее полученным вариационным рядам студенты вычисляют степенные и отыскивают структурные средние. Производят расчет дисперсии и среднего квадратического отклонения.	2	2	
2	<b><u>Законы распределения</u></b> На основании данных, обработанных на предыдущем занятии, либо предоставленных преподавателем с использованием критерия $\chi^2$ (Пирсона), а так же коэффициента асимметрии и показателя эксцесса студенты проверяют гипотезу о нормальном распределении, либо проверяют гипотезы о соответствии распределения биномиальному закону или закону Пуассона.	2	2	
	<b><u>Выборочный метод и оценка генеральных параметров</u></b> Студенты производят расчет двух средних величин и оценивают их разность с использованием t-критерия Стьюдента, предварительно оценив его применимость к обрабатываемым данным.	2	2	
3	<b><u>Непараметрические критерии</u></b> Студенты проводят оценку разности средних непараметрическими критериями, обосновывая выбор того или иного критерия в зависимости от обрабатываемых данных.	2	2	
4	<b><u>Дисперсионный анализ</u></b> Под руководством преподавателя студенты выводят формулы для отыскания девиат и чисел степеней свободы для планов с различным числом факторов	2	2	

	<p><b><u>Дисперсионный анализ</u></b> Студенты проводят дисперсионный анализ численных данных, предоставленных преподавателем, либо полученных самостоятельно в ходе НИРС, предварительно оценив применимость метода дисперсионного анализа к указанным численным данным.</p>	2	2	
5	<p><b><u>Корреляционный анализ параметрические показатели связи</u></b> Студенты рассчитывают параметрические коэффициенты корреляции по данным, предоставленным преподавателем, либо полученным самостоятельно в ходе НИРС, предварительно оценив применимость расчетных формул к указанным численным данным.</p>	2	2	
	<p><b><u>Корреляционный анализ непараметрические показатели связи</u></b> Студенты рассчитывают непараметрические коэффициенты корреляции.</p>	2	2	
6	<p><b><u>Регрессионный анализ</u></b> На основании полученных в ходе лабораторных работ по профильным предметам или в результате НИРС данных, а так же по данным, предоставленным преподавателем студенты составляют уравнение калибровочного графика для фотоэлектрокалориметра (линейная регрессия).</p>	2	2	
	<p><b><u>Регрессионный анализ</u></b> Приложение линейной регрессии к определению кинетических констант ферментов и периодов полуинактивации/деградации/распада.</p>	2	2	
7	<p><b><u>Вопросы планирования исследований. Метод крутого восхождения</u></b> Студенты выполняют кодирование переменных, построение расширенной матрицы плана полного 2-х уровневого к-факторного (2 и 3) эксперимента. Строят план Плакетта - Бермана.</p>	2	2	
	<p><b><u>Вопросы планирования исследований. Метод крутого восхождения</u></b> Студенты находят коэффициенты регрессии линейного полинома и оценивают их достоверность. Крутое восхождение.</p>	2	2	
	<p><b><u>Вопросы планирования исследований. Метод крутого восхождения</u></b> Студенты производят описание области оптимума с использованием 3 уровневого плана ПФЭ, при помощи плана Бокса – Бенкена. Находят коэффициенты полинома по плану Бокса-Бенкена.</p>	2	2	

8	<b><u>Вопросы планирования исследований.</u></b> <b><u>Симплекс-поиск</u></b> Студенты производят задание n-мерного симплекса, достройку вершин, перемещение симплекса, редукцию симплекса.	2	2	
	<b><u>Вопросы планирования исследований.</u></b> Приложение классической схемы оптимизации и симплексного метода к конкретным процессам (подбор состава питательных сред).	2	2	
9	<b><u>Использование статистических методов для экспертизы научных данных</u></b> Способы фальсификации научных данных и статистической обработки, методы их выявления.	2	2	
	<b><u>Использование статистических методов для экспертизы научных данных</u></b> Ошибки добросовестного исследователя, эффект наблюдателя. Способы их устранения при планировании и организации НИР. «Элементы стиля в биологической статистике».	2	2	

#### 4.3.2 Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены.

#### 4.4 Самостоятельная работа

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1,2	Решение задач 1-12 (с использованием Excel)	4	Кр
2,3	Решение задач 13-24 (с использованием Excel)	4	Кр
4,5,6	Решение задач 25-34 (с использованием Excel)	9	Кр
7,8,9	Решение задач 35-43 (с использованием Excel)	9	Кр

За период освоения курса студенты выполняют четыре контрольные работы

#### 4.5 Курсовая работа

##### Примерные темы курсовой работы

«Разработка задачи для фонда оценочных средств на построение вариационного ряда распределения роста»

«Разработка задачи для фонда оценочных средств на построение атрибутивного ряда распределения цвета радужной оболочки глаз»

«Разработка задачи для фонда оценочных средств на проверку нормальности распределения массы желудей из различных парков Санкт-Петербурга»

«Разработка задачи для фонда оценочных средств на U-критерий Уилкоксона (Манна - Уитни) на примере влияния жвачки на решение математического теста»

«Разработка задачи для фонда оценочных средств на вычисление коэффициента корреляции на примере взаимосвязи количества коренных зубов и возраста человека»

#### 4.6 Задачи для самостоятельного решения в рамках подготовки к контрольным работам

##### Задачи для подготовки к контрольной работе №1

**Задача 1** 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 2** 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 3** 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 4** 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 5** 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 6** 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 7** 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 8** Было отобрано 100 семян льна и измерена их длина с точностью до 0,1 мм. Составить вариационный ряд и построить гистограмму распределения.

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; 13,0; 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.

**Задача 9** Было отобрано 100 листьев пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare* и измерена их длина с точностью до 1 см.

$X_{i\text{см}}$	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 10** 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 11** Дан вариационный ряд длины семян тыквы (в мм)

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

ОЦЕНИТЬ ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

**Задача 12** 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

## Задачи для подготовки к контрольной работе №2

**Задача 13** Измеряли пульс до и через 5 минут после чаепития (зеленый чай).

Испытуемая группа включала мужчин и женщин различных возрастов (от 26 до 69 лет, средний возраст 48 лет)

**Пульс до чаепития**

77 74 76 78 83 78 68 79 88 100 57 69 63 70 87 63 57 78 78 64 69 61  
78 67 65 80 81 71 66 72 76 85 76 80 84 64 75 60 60 62 72 80 62 68  
63 64

**Пульс через 5 минут после чаепития**

86 78 82 86 75 70 62 72 86 98 58 74 77 80 91 75 65 78 79 65 78 64  
81 67 70 85 75 66 66 75 71 86 72 78 79 66 77 59 61 72 62 86 63 69  
65 70

ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

**Задача 14** Вес тела ладожского тюленя составляет:

12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5
------	------	------	------	------	------	------	------	------

Вес тела обыкновенного тюленя составляет:

27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5
------	------	------	------	------	------	------	------	------

РАЗЛИЧАЕТСЯ ЛИ МАССА ТЕЛА ДВУХ ВИДОВ ТЮЛЕНЕЙ?

**Задача 15** Сравнивались два метода определения крахмала в картофеле.

Метод 1	21,7	18,7	18,3	17,5	18,5	15,6	17,0	16,6	14,0
	17,2	21,7	18,6	17,9	17,7	18,3	16,6		
Метод 2	21,5	18,7	18,3	17,4	18,3	15,4	16,7	16,9	13,9
	17,0	21,4	18,6	18,0	17,6	18,5	16,5		

ЕСТЬ ЛИ СТАТИСТИЧЕСКИЕ РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ МЕТОДАМИ, ЕСЛИ БЫЛА ВЗЯТА ОДНА СЕРИЯ КЛУБНЕЙ?

**Задача 16** Кровяное давление у 16 здоровых людей после приема кофеина (а) и ложной пилюли (б) составило:

а) 126 145 137 116 137 157 126 139 143 129 143 145 153 135 163 133

б) 121 143 115 106 135 157 117 130 135 123 141 138 147 129 160 123

ЕСТЬ ЛИ СТАТИСТИЧЕСКИЕ РАЗЛИЧИЯ?

**Задача 17** Получены следующие сроки зацветания двух опытных партий растений (в днях начиная с 1 июня):

А 5 7 7 7 7 10 11 20 22 23

Б 13 13 15 16 16 16 19 21 21 22

ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ ПАРТИЯМИ.

**Задача 18** Дана высота саженцев на двух участках:

1: 26 30 24 28 27 27 30 29 30 26 28

2: 15 18 10 13 15 16 15 13 10 18 15

ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

**Задача 19** Число колоний на чашках Петри (в соответствующем разведении)

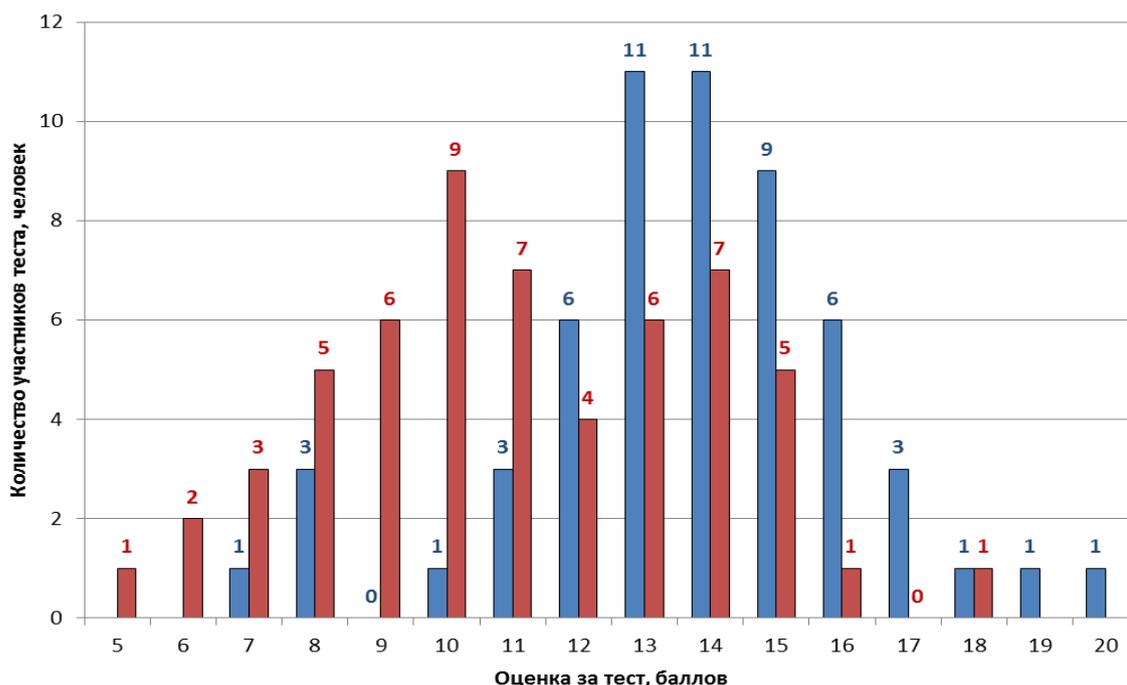
полученных из различных участков почв /А/ составило:

А1: 7 4 8 10 10 7 16 11 7 6 7 9 10 15 14 12 12 4

А2: 5 10 9 4 7 5 1 11 12 7 7 11 10 8 8 12 7 12

ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

**Задача 20** Изучали влияние жвачки на результаты решения математического теста студентами-механиками. Результаты представлены гистограммой. Выделение столбцов цветом: красный – со жвачкой, синий – без жвачки.



ОЦЕНИТЬ ВЛИЯНИЕ ЖВАЧКИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ.

**Задача 21** Проведены измерения массы яблок сорта «Ранет янтарный» из двух ящиков. Результаты приведены в таблицах:

**Ящик 1:** Масса яблока, г

41	61	42	68	70	61	43	70	57	55	46	59
61	40	55	35	48	43	50	79	59	63	54	61
59	66	38	36	56	37	40	52	61	69	38	41
30	63	50	45	31	55	32	45				

**Ящик 2:** Масса яблока, г

49	43	48	38	38	71	48	43	48	28	80	58
58	60	60	71	56	47	54	21	39	61	50	41
63	45	60	45	39	56	45	24	56	40	60	50
38	38	53	50	42	39	41	31				

СРАВНИТЬ СРЕДНИЕ МАССЫ ЯБЛОКА.

**Задача 22** Дан процент растений сои, пораженной раком стебля в зависимости от сорта сои /А/.

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

РАЗЛИЧАЮТСЯ ЛИ СОРТА ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ДАННОМУ ЗАБОЛЕВАНИЮ?

**Задача 23** Было опрошено 50 человек возрастом от 18 до 22 лет о наличии и количестве у них прорезанных третьих моляров и рассчитан их средний балл за время обучения. Результаты представлены в таблицах.

Средний балл студентов, у которых не прорезалось ни одного «зуба мудрости»:

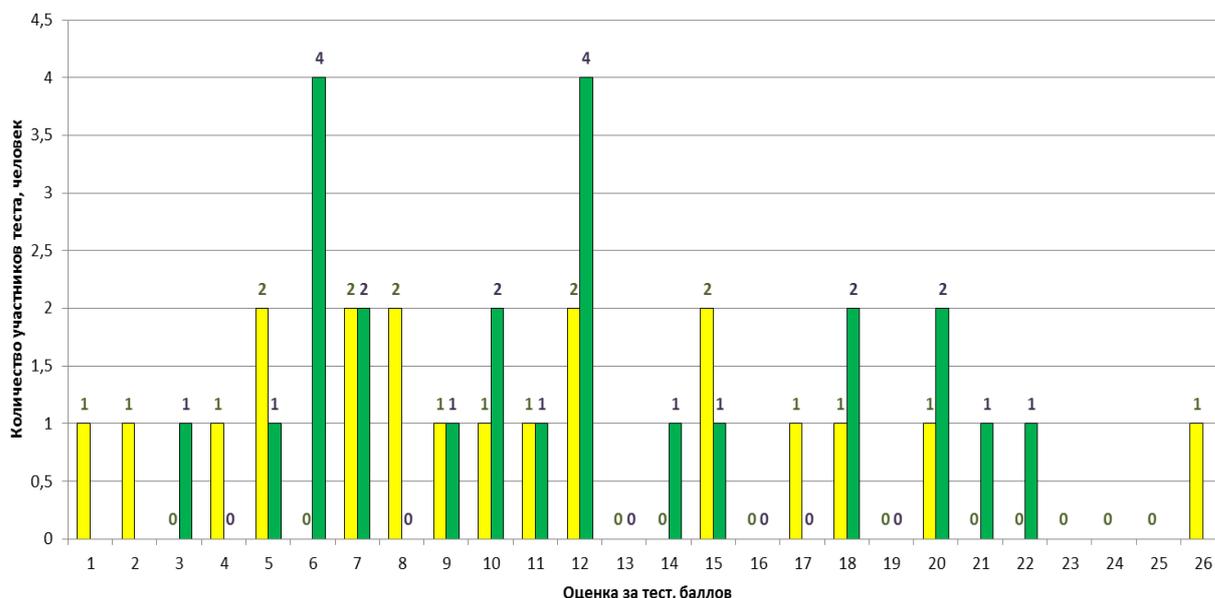
4,25	3,75	4	4,25	4,25	3,5	4	4,25	4,25	3,25
4,25	4	4,25	3,5	4,25	4,25	3,75	4,75	4	3,5
4	3,75	4	3,75	3,5	4,5	4,25	4,75	4	4
3,75	4,5	4							

Средний балл студентов, у которых есть (или был) хотя бы один «зуб мудрости»:

3,5	4,25	3,25	4	3,25	4	3,5	4,25	3,75	4,25
3,75	3,75	4	4,5	3,75	4,75	3,75			

ВЛИЯЕТ ЛИ НАЛИЧИЕ ЗУБОВ МУДРОСТИ НА НАЛИЧИЕ МУДРОСТИ (ОТНОШЕНИЕ К УЧЕБЕ)?

**Задача 24** Изучали влияние жвачки на результаты решения математического теста студентами - биотехнологами. Результаты представлены гистограммой. Выделение столбцов цветом: зеленый – со жвачкой, жёлтый – без жвачки.



ОЦЕНИТЬ ВЛИЯНИЕ ЖВАЧКИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ.

**Задачи для подготовки к контрольной работе №3**

**Задача 25** 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 26** 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			56	42
5			65	54

Какое влияние навес вскармливаемых крыс оказал генотип самки-кормилицы?

**Задача 27** 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	17,5	14,3	13,2	8,6	5,1	3,9	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 28** 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	24,8	24,0	25,0	29,0	29,3	30,6	30,8	30,0	29,0
y	26	28	29	33	32	32	31	32	32
x	28,0								
y	33								

Вычислить коэффициент корреляции

**Задача 29** 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
x	53	53	52	65					
y	164	160	162	169					

Вычислить коэффициент корреляции

**Задача 30** Интенсивность миграции (x) и средняя жирность (y) зябликов на Куршской косе

x	360	280	210	221	190	240	170	170	170	110
y	4875	4103	3038	1307	840	507	351	196	162	73

Построить уравнение регрессии

**Задача 31** Дан процент красностебельных растений в популяции нивяника /x/ и максимальная среднемесячная температура /y/:

X	15,3	14,5	16,1	16,4	16,6	17,1	17,8	18,0	19,2
Y	66,5	51,0	42,0	32,0	27,0	20,0	17,5	4,5	1,0

Проведите корреляционный анализ.

**Задача 32** 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

Вычислить коэффициент корреляции

**Задача 33** Для определения количества глюкозы в культуральной жидкости необходимо построить калибровочный график. 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 для определения концентрации глюкозы.

**Задача 34** 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.

#### Задачи для подготовки к контрольной работе №4

**Задача 35** Дана расширенная матрица плана 2 – х уровневый 2- -х факторного эксперимента. Вычислить коэффициенты при членах полинома и оценить их достоверность для уровня значимости  $p=0,05$ .

Номер опыта (i)	x0i	x1i	x2i	x1ix2i	yi
1	+1	+1	+1	+1	201
2	+1	+1	-1	-1	132
3	+1	-1	+1	-1	54
4	+1	-1	-1	+1	23
01		0	0		43
02		0	0		40
03		0	0		38

**Задача 36** Дана матрица плана Плакетта - Бермана для 7 - факторного эксперимента. Вычислить коэффициенты при членах полинома и оценить их достоверность для уровня значимости  $p=0,05$ .

№	X1, г/л	X2, г/л	X3, г/л	X4, г/л	X5, г/л	X6, г/л	X7, г/л	Активность, U/мл <sup>2</sup> ·10 <sup>-3</sup>
1	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,25	0
2	7,5	2,5	1,5	0,5	0,5	1,5	0,75	0
3	2,5	7,5	1,5	0,5	1,5	0,5	0,75	1,93
4	7,5	7,5	1,5	1,5	0,5	0,5	0,25	0
5	2,5	2,5	4,5	1,5	0,5	0,5	0,75	2,56
6	7,5	2,5	4,5	0,5	1,5	0,5	0,25	2,53
7	2,5	7,5	4,5	0,5	0,5	1,5	0,25	8,59
8	7,5	7,5	4,5	1,5	1,5	1,5	0,75	3,17
9	5,0	5,0	3,0	1,0	1,0	1,0	0,50	2,16
10	5,0	5,0	3,0	1,0	1,0	1,0	0,50	2,43

**Задача 37** Построить ядро плана 4 – х уровневый 2 – х факторного плана ПФЭ с двумя экспериментами в центральной точке.

**Задача 38** По результатам эксперимента по плану Плакетта – Бермана построена линейная модель.

$$Y = 1,93 - 0,469 \cdot X_1 + 0,508 \cdot X_2 + 0,795 \cdot X_3 - 2,34 \cdot X_4$$

Построить план крутого восхождения приняв шаг по всем факторам = 1/5, а число шагов = 12.

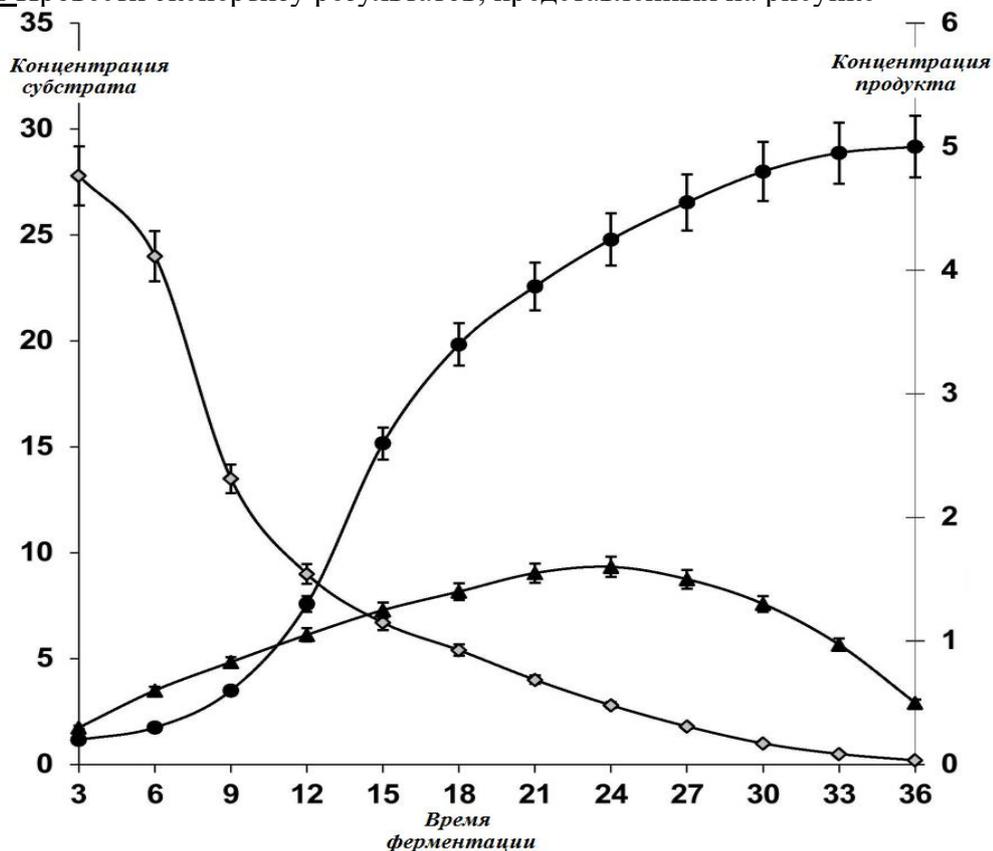
**Задача 39** Построить ядро плана 3 – х уровневый 3 – х факторного плана ПФЭ.

**Задача 40** Построить план Бокса – Бенкена для 3 факторов.

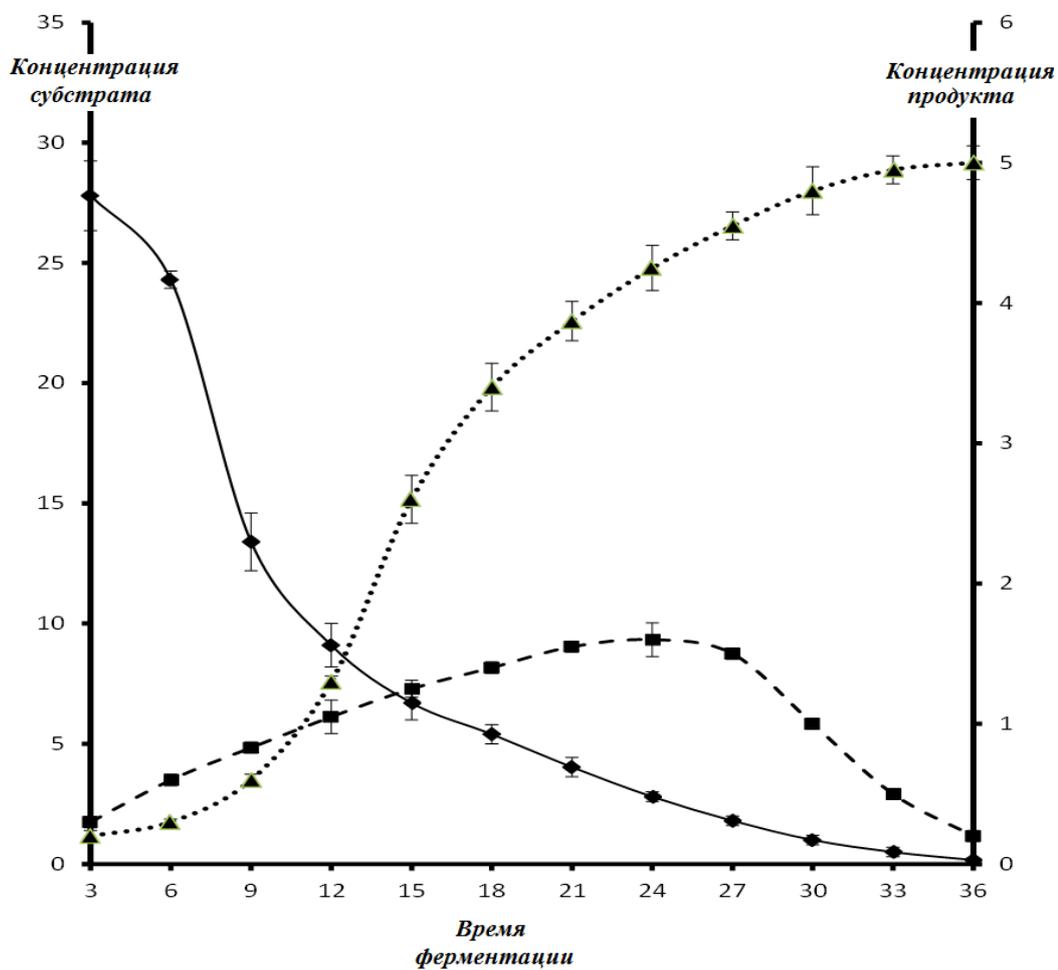
**Задача 41** Дана матрица плана Бокса - Бенкена для 3 - факторного эксперимента. Вычислить коэффициенты при членах полинома и оценить их достоверность для уровня значимости  $p=0,05$ .

№	X1, г/л	X2, г/л	X3, г/л	Активность, У/мл*10 <sup>-3</sup>
1	2,0	7,0	5,5	8,53
2	3,0	7,0	5,5	8,82
3	2,0	8,0	5,5	8,35
4	3,0	8,0	5,5	8,68
5	2,0	7,5	5,0	8,39
6	3,0	7,5	5,0	8,59
7	2,0	7,5	6,0	8,61
8	3,0	7,5	6,0	8,93
9	2,5	7,0	5,0	8,63
10	2,5	8,0	5,0	8,68
11	2,5	7,0	6,0	8,9
12	2,5	8,0	6,0	8,82
13	2,5	7,5	5,5	9,03
14	2,5	7,5	5,5	9,14
15	2,5	7,5	5,5	9,11

**Задача 42** Провести экспертизу результатов, представленных на рисунке



**Задача 43** Провести экспертизу результатов, представленных на рисунке



## **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.spbti.ru>

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

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

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

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

Пример варианта вопросов на зачете:

*Пример варианта вопросов и задач на зачете:*

---

### Билет №1

**Вопрос** Использование асимметрии и эксцесса для проверки соответствия распределения нормальному закону

**Задача** 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 (с использованием Excel)

---

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно». Задача и вопрос подбираются с расчетом оценить разные компетенции.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

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

### **а) печатные издания:**

1. Статистика: Учебник для вузов / под ред. И. И. Елисеевой. - М. ; СПб. ; Н. Новгород : Питер, 2010. - 361 с. ISBN 978-5-49807-440-5
2. Шипачев, В. С. Высшая математика: Учебное пособие для вузов / В. С. Шипачев ; Под редакцией А. Н. Тихонова. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2020. - 447 с. ISBN 978-5-534-12319-7
3. Макшанов, А. В. Математическая статистика: Учебное пособие / А. В. Макшанов, А. А. Мусаев ; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра системного анализа и информационных технологий. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2024. - 103 с.
4. Воскобойников, Ю.Е. Регрессионный анализ данных в пакете Mathcad : Учебное пособие / Ю. Е. Воскобойников. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2011. - 224 с. ISBN 978-5-8114-1096-5
5. Лакин, Г.Ф. Биометрия: Учебное пособие для биол. спец. Вузов / Г.Ф. Лакин. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1990.- 352 с. ISBN 5-06-000471-6
6. Терентьев, П.В. Практикум по биометрии. Учебное пособие / П.В. Терентьев, Н.С. Ростова. - Л. : Изд-во ЛГУ, 1977. - 152 с.

### **б) электронные учебные издания:**

- 1 Крюков В.И. Статистические методы изучения изменчивости. – Орёл: Изд-во Орёл-ГАУ, 2006. –208 с.// ЛАБОРАТОРИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕНЕТИКИ. Неофициальный сайт заведующего лабораторией генетики ИНИИЦ ОрёлГАУ д.б.н., проф. В.И. Крюкова. - URL: [http://www.labogen.ru/20\\_student/100\\_biometrics/biometrics\\_text.pdf](http://www.labogen.ru/20_student/100_biometrics/biometrics_text.pdf) (дата обращения: 11.09.2020). - Режим доступа: свободный.

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <https://media.spbti.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:

СТО СПбГТИ(ТУ) 033-2011. Положение о дипломированном специалисте (специалисте). Общие требования / СПбГТИ(ТУ). - Введ. с 01.01.2012. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2011. - 61 с.

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.

СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012 / СПбГТИ(ТУ). Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов.

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. Порядок организации и проведения зачётов и экзаменов./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.06.2015. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 45 с. 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;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, 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 Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point).

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

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Лекции и семинарские занятия сопровождается демонстрацией презентаций с применением мультимедийной техники.

Минимально необходимый перечень материально-технического обеспечения включает в себя специализированную мебель (40 посадочных мест), доску, демонстрационный экран, ноутбук, 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 28.08.2014г.

**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-4	Способен самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинформатики и смежных дисциплин, оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме	начальный

## 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-4.3 Способность осуществлять планирование эксперимента и обработку данных при проведении биотехнологических исследований	Знает основы дисперсионного и корреляционного анализа (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы № 1-28 к зачёту	Дает описание схем дисперсионного или корреляционного анализа ошибками	Дает описание схем дисперсионного или корреляционного анализа без ошибок, но с наводящими вопросами	Дает описание схем дисперсионного или корреляционного анализа без ошибок и без наводящих вопросов (самостоятельно).
	Выявляет взаимосвязи и оценивает влияние на результат процесса технологических факторов и их сочетаний (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 29-46 к зачёту. Защита КР.	Выявляет корреляционные взаимосвязи, - оценивает влияние на результат процесса технологических факторов и их сочетаний с ошибками	Выявляет корреляционные взаимосвязи, - оценивает влияние на результат процесса технологических факторов и их сочетаний без ошибок, но с наводящими вопросами	Выявляет корреляционные взаимосвязи, - оценивает влияние на результат процесса технологических факторов и их сочетаний без ошибок и без наводящих вопросов (самостоятельно).
	Проводит дисперсионный анализ; производит расчет парной, множественной и парциальной корреляции; расчета непараметрических коэффициентов корреляции. (В-1)	Верное решение задач № 1-20 к зачёту с использованием ЭВМ Защита КР.	Проводит дисперсионный анализ; производит расчет парной, множественной и парциальной корреляции; расчета непараметрических коэффициентов корреляции. с ошибками	Проводит дисперсионный анализ; производит расчет парной, множественной и парциальной корреляции; расчета непараметрических коэффициентов корреляции. без ошибок но с дополнительными наводящими вопросами	Проводит дисперсионный анализ; производит расчет парной, множественной и парциальной корреляции; расчета непараметрических коэффициентов корреляции. без ошибок

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено», и защиты курсовой работы. Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

### **3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**

#### **а) Вопросы/задачи для оценки сформированности элементов компетенции ПК-3**

##### Вопросы:

- 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.  
Частная корреляция.
- 34 Непараметрические показатели связи, коэффициент корреляции Фехнера.
- 35 Коэффициент корреляции знаков.
- 36 Понятие регрессии, построение и выравнивание эмпирических рядов регрессии, способ скользящей средней.
- 37 Линейная регрессия.
- 38 Методы оптимизации.
- 39 Стратегия оптимизации. Отсев факторов, крутое восхождение, исследование области оптимума.
- 40 Полный факторный эксперимент.
- 41 Перевод факторов в безразмерную систему координат.
- 42 Геометрическая интерпретация плана полного факторного эксперимента.
- 43 Уравнение регрессии, описывающее влияние факторов на функцию отклика.
- 44 Дробные факторные планы.
- 45 Симплексный метод. Задание n-мерного симплекса.
- 46 Сравнение крутого восхождения и симплексного метода.

**Примерные темы курсовых работ:**

«Разработка задачи для фонда оценочных средств на построение вариационного ряда распределения роста»

«Разработка задачи для фонда оценочных средств на построение атрибутивного ряда распределения цвета радужной оболочки глаз»

«Разработка задачи для фонда оценочных средств на проверку нормальности распределения массы желудей из различных парков Санкт-Петербурга»

«Разработка задачи для фонда оценочных средств на U-критерий Уилкоксона (Манна - Уитни) на примере влияния жвачки на решение математического теста»

«Разработка задачи для фонда оценочных средств на вычисление коэффициента корреляции на примере взаимосвязи количества коренных зубов и возраста человека»

**Задачи:**

**Задача 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.

**Задача 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.

**Задача 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?

**Задача 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

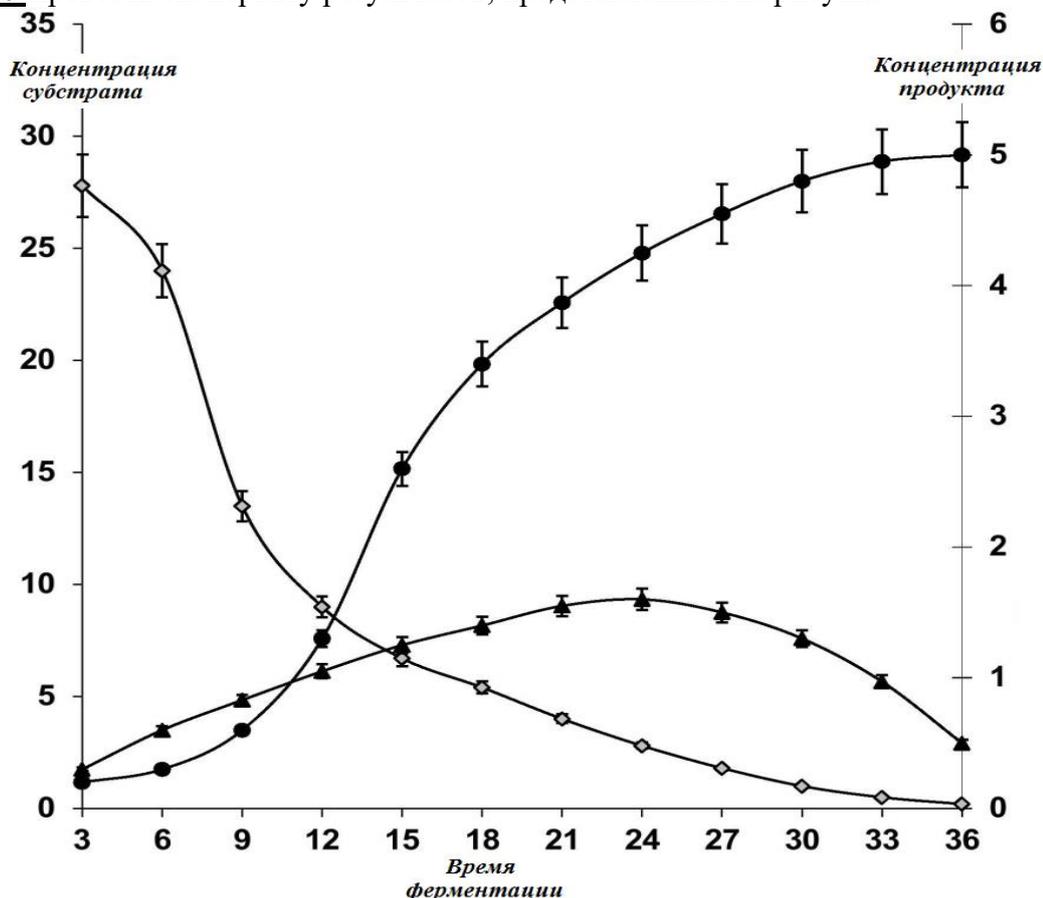
Вопрос: каков период полуинактивации фермента?

**Задача 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:

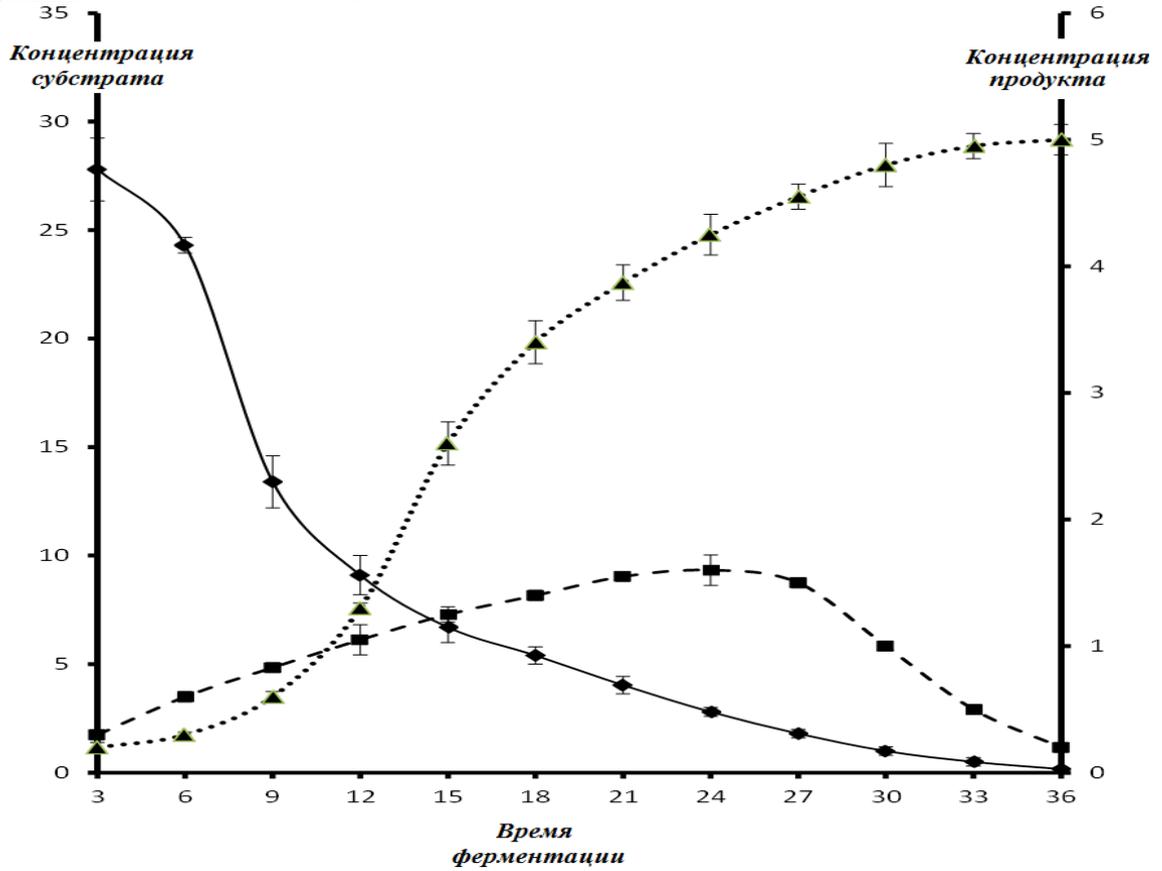
№ п.п.	Концентрация белка в стандартном Растворе мг/мл	Результаты измерений оптической плотности
1	0,2	0,090; 0,088; 0,092; 0,090; 0,091
2	0,6	0,287; 0,290; 0,288; 0,290; 0,289
3	0,8	0,412; 0,409; 0,415; 0,410
4	1,4	0,723; 0,730; 0,725
5	1,8	0,893; 0,889; 0,900
6	2,0	1,060; 1,050; 1,065
7	2,2	1,070;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

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

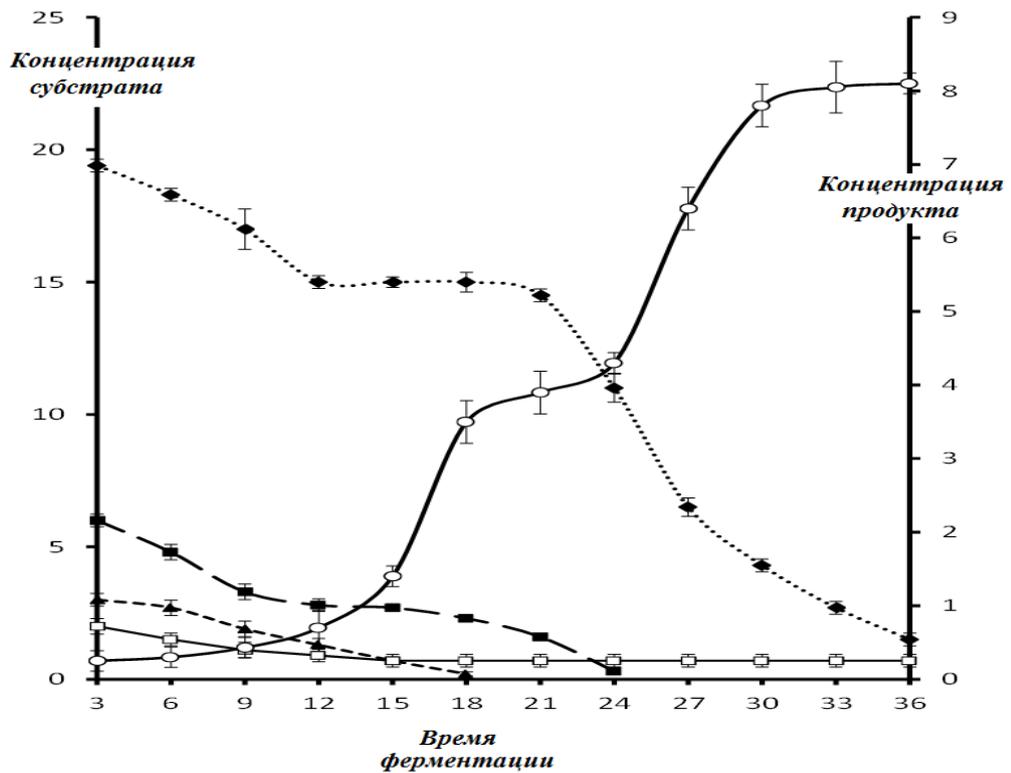
**Задача 6** Провести экспертизу результатов, представленных на рисунке



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



**Задача 8** Провести экспертизу результатов, представленных на рисунке



**Задача 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

**Задача 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

**Задача 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 17-19 лет составляет

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

Сравнить коэффициенты корреляции

**Задача 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		

**Задача 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

**Задача 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** Дана расширенная матрица плана 2 – х уровневый 2- -х факторного эксперимента. Вычислить коэффициенты при членах полинома и оценить их достоверность для уровня значимости  $p=0,01$ .

Номер опыта (i)	$x_{0i}$	$x_{1i}$	$x_{2i}$	$x_{1ix2i}$	$y_i$
1	+1	+1	+1	+1	201
2	+1	+1	-1	-1	242
3	+1	-1	+1	-1	44
4	+1	-1	-1	+1	44
01		0	0		115
02		0	0		103
03		0	0		120

**Задача 17** Построить ядро плана 5 – х уровневого 2 – х факторного плана ПФЭ с двумя экспериментами в центральной точке.

**Задача 18** По результатам эксперимента по плану Плакетта – Бермана (7 факторов) построена линейная модель.

$$Y = 1,93 - 0,469 \cdot X_1 + 0,508 \cdot X_2 + 0,795 \cdot X_3$$

Построить план крутого восхождения приняв шаг по всем факторам = 1/5, а число шагов = 12.

**Задача 19** Построить ядро плана 2 – х уровневого 4 – х факторного плана ПФЭ.

**Задача 20** Построить план Бокса – Бенкена для 4 факторов.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета студент получает один вопрос и задачу из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

**4 Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.