

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 28.08.2025 10:25:48  
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

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины  
БАЗОВЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ 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.01.02**

## 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 .....	12
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)
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	ПК-4.3 Способность осуществлять планирование эксперимента и обработку данных при проведении биотехнологических исследований	<p><i>Знать:</i> Способы первичной группировки данных, оценка выборочных показателей, представление о корреляционном и регрессионном анализе, дисперсионный анализ</p> <p><i>Уметь:</i> Производить планирование и базовую статистическую обработку данных биологического эксперимента. Прилагать статистические методы к задачам определения летальных и ингибирующих доз.</p> <p><i>Владеть:</i> Навыками построения уравнений калибровочных графиков. Оценки разности средних с использованием параметрических и непараметрических критериев, силы влияния фактора, оценки полулетальной (полуингибирующей) дозы. Расчет коэффициентов корреляции и детерминации.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Базовые статистические методы в биотехнологии» относится к дисциплинам по выбору Блока 1 «Дисциплины по выбору» образовательной программы специалитета (Б1.В.ДВ.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.</p>	2	

### 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	

	<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.	2	2	
5	<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.	2	2	
	<b><u>Корреляционный анализ непараметрические показатели связи</u></b> Студенты рассчитывают непараметрические коэффициенты корреляции.	2	2	
6	<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).	2	2	
	<b><u>Регрессионный анализ</u></b> Приложение уравнений линейной регрессии к определению полуингибирующих/полулетальных доз пробит методом	2	2	
7	<b><u>Вопросы планирования исследований. Метод крутого восхождения</u></b> Студенты выполняют кодирование переменных, построение расширенной матрицы плана полного 2-х уровневго к-факторного (2 и 3) эксперимента. Строят план Плакетта - Бермана.	2	2	
	<b><u>Вопросы планирования исследований. Метод крутого восхождения</u></b> Студенты находят коэффициенты регрессии линейного полинома и оценивают их достоверность. Крутое восхождение.	2	2	
	<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.	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; 13,1; 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* 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** 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 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** 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

### **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 вскармвливались самками разных генотипов. В таблице приведены средние веса крыс на 28-й день вскармвливания (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.

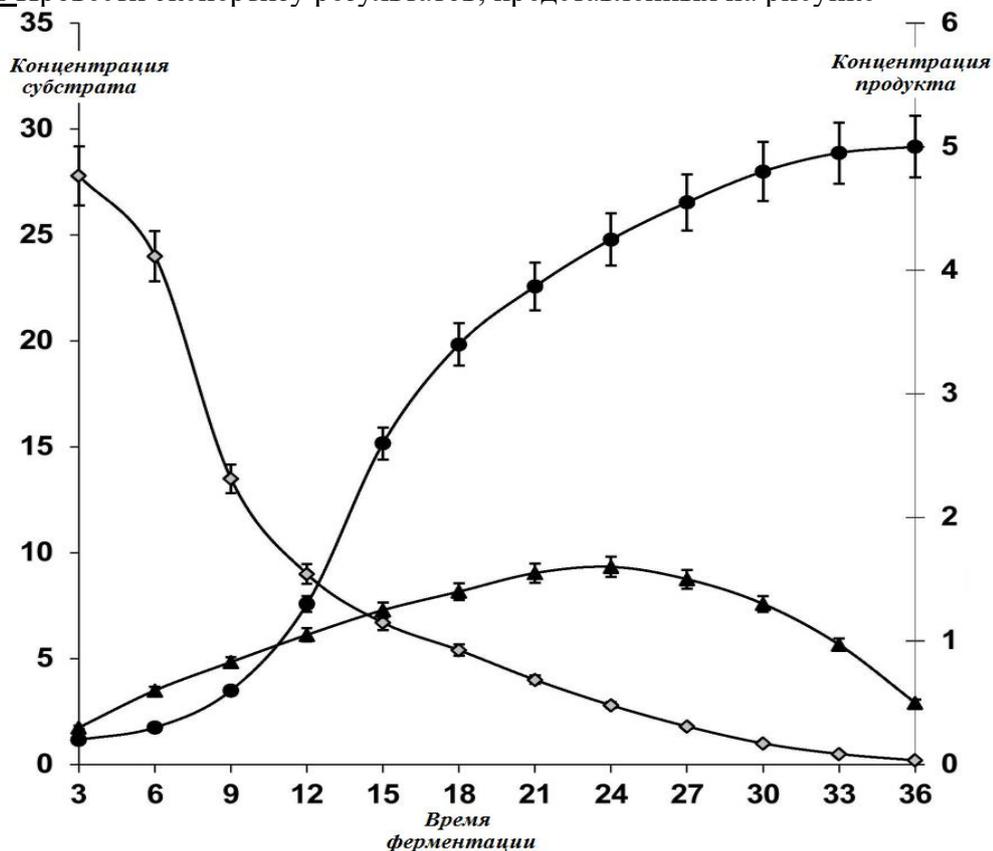
**Задача 39** Построить ядро плана 3 – х уровневый 3 – х факторного плана ПФЭ.

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

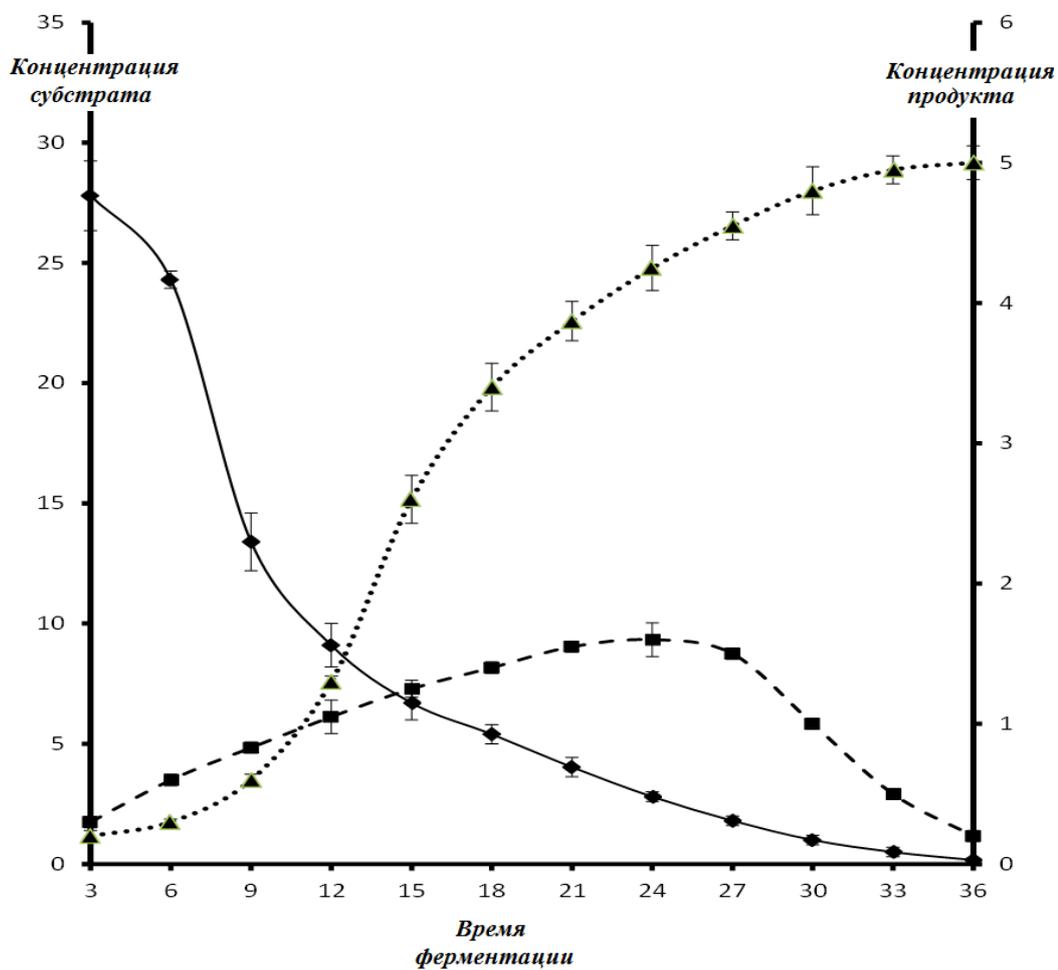
**Задача 41** Дана матрица плана Бокса - Бенкена для 3 - факторного эксперимента. Вычислить коэффициенты при членах полинома и оценить их достоверность для уровня значимости  $p=0,05$ .

№	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** Способы группировки первичных данных (таблицы и статистические ряды)

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

Номер опыта (i)	$x_{0i}$	$x_{1i}$	$x_{2i}$	$x_{1ix2i}$	$y_i$
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

---

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 «Базовые статистические методы 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. 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**

Минимально необходимый перечень материально-технического обеспечения включает в себя компьютеры, принтеры, сканеры.

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

### **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  
«Базовые статистические методы 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 Способы первичной группировки данных, оценка выборочных показателей, представление о корреляционном и регрессионном анализе, дисперсионный анализ	Правильные ответы на вопросы № 1-28 к зачёту. Защита КР.	Дает описание схем первичной группировки данных, оценка выборочных показателей, представление о корреляционном и регрессионном анализе, дисперсионный анализ ошибками	Дает описание схем первичной группировки данных, оценка выборочных показателей, представление о корреляционном и регрессионном анализе, дисперсионный анализ без ошибок, но с наводящими вопросами	Дает описание схем первичной группировки данных, оценка выборочных показателей, представление о корреляционном и регрессионном анализе, дисперсионный анализ без ошибок и без наводящих вопросов (самостоятельно).
	Производит планирование и базовую статистическую обработку данных биологического эксперимента. Прилагать статистические методы к задачам определения летальных и ингибирующих доз.	Правильные ответы на вопросы № 29-47 к зачёту. Защита КР.	Производит планирование и базовую статистическую обработку данных биологического эксперимента. Прилагать статистические методы к задачам определения летальных и ингибирующих доз с ошибками	Производит планирование и базовую статистическую обработку данных биологического эксперимента. Прилагать статистические методы к задачам определения летальных и ингибирующих доз без ошибок, но с наводящими вопросами	Производит планирование и базовую статистическую обработку данных биологического эксперимента. Прилагать статистические методы к задачам определения летальных и ингибирующих доз без ошибок и без наводящих вопросов (самостоятельно).

	<p>Навыками построения уравнений калибровочных графиков. Оценки разности средних с использованием параметрических и непараметрических критериев, силы влияния фактора, оценки полулетальной (полуингибирующей) дозы. Расчет коэффициентов корреляции и детерминации.</p>	<p>Верное решение задач № 1-40 к зачёту с использованием ЭВМ. Защита КР.</p>	<p>Проводит построение уравнений калибровочных графиков. Оценки разности средних с использованием параметрических и непараметрических критериев, силы влияния фактора, оценки полулетальной (полуингибирующей) дозы. Расчет коэффициентов корреляции и детерминации с ошибками</p>	<p>Проводит построение уравнений калибровочных графиков. Оценки разности средних с использованием параметрических и непараметрических критериев, силы влияния фактора, оценки полулетальной (полуингибирующей) дозы. Расчет коэффициентов корреляции и детерминации без ошибок но с дополнительными наводящими вопросами</p>	<p>Проводит построение уравнений калибровочных графиков. Оценки разности средних с использованием параметрических и непараметрических критериев, силы влияния фактора, оценки полулетальной (полуингибирующей) дозы. Расчет коэффициентов корреляции и детерминации без ошибок</p>
--	--	--	--	--	--

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

промежуточная аттестация проводится в форме зачета, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено». 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-4.1**

##### 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

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.

47. Пробит метод.

### **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** 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; 13,0; 13,0; 13,1; 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; 13,2; 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; 15,2; 15,3; 15,5; 16,3; 17,0; 18,0.

**Задача 9** Было отобрано 100 листьев пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare* 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

**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** 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 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** 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 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.

**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)	$x_{0i}$	$x_{1i}$	$x_{2i}$	$x_{1ix2i}$	$y_i$
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, У/мл*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 уровневого 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 уровневого 3 – х факторного плана ПФЭ.

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