

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 26.06.2024 11:36:22  
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

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины  
ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА**

Направление подготовки

**19.03.02 Продукты питания из растительного сырья**

Направленность программы магистратуры

**Биотехнология пищевых продуктов из растительного сырья**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет химической и биотехнологии

Кафедра технологии микробиологического синтеза

Санкт-Петербург

2023

Б1.В.19

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	04
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.....	10
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	10
4.3.2. Лабораторные занятия.....	12
4.4. Самостоятельная работа.....	13
4.5 Задачи для самостоятельного решения в рамках подготовки к контрольным работам.....	14
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	25
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	25
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	26
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины .....	26
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	27
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	27
10.2. Программное обеспечение.....	27
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	27
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	27
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	27
Приложения:	
1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	28

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ПК-1 Способен проводить поиск и изучать научно-техническую информацию по теме исследований и разработок, а также анализировать и теоретически обобщать научные данные в соответствии с задачами исследования	ПК-1.3 Способен проводить планирование эксперимента, обработку экспериментальных данных и экспертизу представленных сторонними исполнителями результатов исследований	<i>Знать:</i> базовые статистические методы, основы методов крутого восхождения и симплексного поиска <i>Уметь:</i> использовать статистические методы для планирования и обработки эксперимента, проводить экспертизу результатов производственных измерений и научных исследований <i>Владеть:</i> стандартными пакетами прикладных программ для статистической обработки данных, навыками разработки протоколов сбора и статистической обработки данных

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Планирование эксперимента» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.19) и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплины «Математика».

Полученные в процессе изучения дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы при выполнении научно-исследовательской работы, 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>	66
занятия лекционного типа	32
занятия семинарского типа, в т.ч.	34
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	34
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	-
Контроль	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>42</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет

#### 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 варьирующихся объектов	2	2	-	2	ПК-1	ПК-1.3
2	Средние величины (степенные и структурные) и показатели вариации.	2	2	-	2	ПК-1	ПК-1.3
3	Дискретные законы распределения (Биномиальный и Пуассонов).	2	2	-	2	ПК-1	ПК-1.3
4	Нормальное (Гауссово) распределение	2	2	-	2	ПК-1	ПК-1.3
5	Выборочный метод и оценка генеральных параметров.	2	2	-	2	ПК-1	ПК-1.3
6	Непараметрические критерии.	2	2	-	2	ПК-1	ПК-1.3
7	Дисперсионный анализ.	2	2	-	2	ПК-1	ПК-1.3
8	Корреляционный анализ.	2	2	-	2	ПК-1	ПК-1.3
9	Регрессионный анализ.	2	2	-	2	ПК-1	ПК-1.3
10	Приложение линейной регрессии к типовым задачам биотехнологии и пищевой промышленности.	2	2	-	2	ПК-1	ПК-1.3
11	Способы сбора и первичной регистрации данных.	1	1	-	2	ПК-1	ПК-1.3
12	Вопросы планирования исследований. Стратегия оптимизации.	2	3	-	4	ПК-1	ПК-1.3
13	Крутое восхождение.	2	2	-	4	ПК-1	ПК-1.3
14	Симплексный поиск.	3	3	-	4	ПК-1	ПК-1.3
15	Перемещения симплекса в факторном пространстве.	3	3	-	4	ПК-1	ПК-1.3
16	Экспертиза научных результатов и статистической обработки данных.	1	2	-	4	ПК-1	ПК-1.3

#### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	<u>Наименование темы и краткое содержание занятия</u>	Объем, акад. часы	Инновацион- ная форма
1	<b><u>Основные понятия и определения. Основные характеристики варьирующихся объектов</u></b> 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).	2	ЛВ
2	<b><u>Средние величины (степенные и структурные) и показатели вариации.</u></b> Среднее по Колмогорову, средняя арифметическая, средняя квадратическая, средняя кубическая, взвешенная средняя, медиана, мода. Среднее линейное отклонение, дисперсия, поправка Бесселя, поправка Шеппарда, среднее квадратическое отклонение. Коэффициент вариации и нормированное отклонение.	2	
3	<b><u>Дискретные законы распределения (Биномиальный и Пуассонов).</u></b> Характерные черты варьирования, вероятность и её свойства, биномиальное распределение, распределение Пуассона, параметры дискретных распределений.	2	ЛВ
4	<b><u>Нормальное (Гауссово) распределение,</u></b> проверка гипотезы о законе распределения при помощи критерия Пирсона, использование асимметрии и эксцесса для проверки соответствия распределения нормальному закону.	2	
5	<b><u>Выборочный метод и оценка генеральных параметров.</u></b> Способы отбора, точечные и интервальные оценки, статистические ошибки, доверительный интервал, критерии достоверности оценок, t-критерий Стьюдента, F-критерий Фишера.	2	
6	<b><u>Непараметрические критерии.</u></b> Х-критерий Ван-дер-Вардена, U-критерий Уилкоксона (Манна-Уитни), критерий знаков Z, T-критерий Уилкоксона.	2	ЛВ

7	<b><u>Дисперсионный анализ.</u></b> Суть метода и условия его применимости. Схема дисперсионного анализа однофакторных комплексов. Схема анализа двух и трехфакторных комплексов.	2	ЛВ
8	<b><u>Корреляционный анализ.</u></b> Параметрические показатели связи, коэффициент ковариации, эмпирический коэффициент корреляции, оценка разности между коэффициентами корреляции, коэффициент детерминации, $z$ – преобразование Фишера, оценка разности между $z$ -коэффициентами, множественная и частная корреляция, непараметрические показатели связи, коэффициент корреляции Фехнера, коэффициент корреляции знаков.	2	ЛВ
9	<b><u>Регрессионный анализ.</u></b> Понятие регрессии, построение и выравнивание эмпирических рядов регрессии, способ скользящей средней, линейная регрессия, нелинейная (параболическая и гиперболическая) регрессия.	2	
10	<b><u>Приложение линейной регрессии к типовым задачам биотехнологии и пищевой промышленности.</u></b> Определение периода полуинактивации фермента, построение калибровочного графика, построение графика уравнения Лайнувера - Бэрка.	2	
11	<b><u>Способы сбора и первичной регистрации данных.</u></b> Контрольные листки и протоколы сбора данных. Эффект наблюдателя. Слепые пробы.	1	
12	<b><u>Вопросы планирования исследований. Стратегия оптимизации.</u></b> Методы оптимизации. Перевод факторов в безразмерную систему координат. Геометрическая интерпретация поиска оптимума. Стратегия крутого восхождения. Первичный отсев факторов. Полный факторный эксперимент (двухуровневые планы). Геометрическая интерпретация плана полного факторного эксперимента. Дробные факторные планы. План Плакетта–Бермана. Геометрическая интерпретация плана Плакетта-Бермана.	2	ЛВ

13	<b><u>Крутое восхождение.</u></b> Исследование области оптимума. Трехуровневые планы ПФЭ. Дробные трехуровневые планы, план Бокса-Бенкена. Геометрическая интерпретация.	2	
14	<b><u>Симплексный поиск.</u></b> Основные представления. Задание n-мерного симплекса. Сравнение крутого восхождения и симплексного метода. Преимущества и недостатки симплексного поиска.	3	
15	<b><u>Перемещения симплекса в факторном пространстве.</u></b> Нахождение центра противоположной грани и отражение отбрасываемой вершины. Построение дополнительной вершины. Редукция симплекса.	3	
16	<b><u>Экспертиза научных результатов и статистической обработки данных.</u></b> Типичные ошибки добросовестных исследователей и наиболее распространенные методы фальсификации научных результатов. Методы выявления. Некоторые аспекты экспериментов и наблюдений в животноводстве и растениеводстве.	1	



### 4.3. Занятия семинарского типа

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	<b><u>Наименование темы и краткое содержание занятия</u></b>	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<b><u>Основные понятия и определения. Основные характеристики варьирующихся объектов</u></b> Разбор на практических примерах способов группировки первичных данных (таблицы и статистические ряды).	2	
2	<b><u>Средние величины (степенные и структурные) и показатели вариации.</u></b> Разбор на практических примерах. Среднее по Колмогорову, средняя арифметическая, средняя квадратическая, средняя кубическая, взвешенная средняя, медиана, мода. Среднее линейное отклонение, дисперсия, поправка Бесселя, поправка Шеппарда, среднее квадратическое отклонение. Коэффициент вариации и нормированное отклонение.	2	
3	<b><u>Дискретные законы распределения (Биномиальный и Пуассонов).</u></b> Разбор на практических примерах. Характерные черты варьирования, вероятность и её свойства, биномиальное распределение, распределение Пуассона, параметры дискретных распределений.	2	
4	<b><u>Нормальное (Гауссово) распределение.</u></b> Разбор на практических примерах. Проверка гипотезы о законе распределения при помощи критерия Пирсона, использование асимметрии и эксцесса для проверки соответствия распределения нормальному закону.	2	
5	<b><u>Выборочный метод и оценка генеральных параметров.</u></b> Разбор на практических примерах. Способы отбора, точечные и интервальные оценки, статистические ошибки, доверительный интервал, критерии достоверности оценок, t-критерий Стьюдента, F-критерий Фишера.	2	
6	<b><u>Непараметрические критерии.</u></b> Разбор на практических примерах. X-критерий Вандер-Вардена, U-критерий Уилкоксона (Манна-Уитни), критерий знаков Z, T-критерий Уилкоксона.	2	

7	<b><u>Дисперсионный анализ.</u></b> Разбор на практических примерах. Суть метода и условия его применимости. Схема дисперсионного анализа однофакторных комплексов. Схема анализа двух и трехфакторных комплексов.	2	
8	<b><u>Корреляционный анализ.</u></b> Разбор на практических примерах. Параметрические показатели связи, коэффициент ковариации, эмпирический коэффициент корреляции, оценка разности между коэффициентами корреляции, коэффициент детерминации, $z$ – преобразование Фишера, оценка разности между $z$ -коэффициентами, множественная и частная корреляция, непараметрические показатели связи, коэффициент корреляции Фехнера, коэффициент корреляции знаков.	2	
9	<b><u>Регрессионный анализ.</u></b> Разбор на практических примерах. Понятие регрессии, построение и выравнивание эмпирических рядов регрессии, способ скользящей средней, линейная регрессия, нелинейная (параболическая и гиперболическая) регрессия.	2	
10	<b><u>Приложение линейной регрессии к типовым задачам биотехнологии и пищевой промышленности.</u></b> Разбор на практических примерах. Определение периода полуинактивации фермента, построение калибровочного графика, построение графика уравнения Лайнувера - Бэрка.	2	МК
11	<b><u>Способы сбора и первичной регистрации данных.</u></b> Разбор на практических примерах. Контрольные листки и протоколы сбора данных. Эффект наблюдателя. Слепые пробы.	1	МК
12	<b><u>Вопросы планирования исследований. Стратегия оптимизации.</u></b> Разбор на практических примерах. Методы оптимизации. Перевод факторов в безразмерную систему координат. Геометрическая интерпретация поиска оптимума. Стратегия крутого восхождения. Первичный отсев факторов. Полный факторный эксперимент (двухуровневые планы). Геометрическая интерпретация плана полного факторного эксперимента. Дробные факторные планы. План Плакетта–Бермана. Геометрическая интерпретация плана Плакетта-Бермана.	3	Ф

13	<b><u>Крутое восхождение.</u></b> Разбор на практических примерах. Исследование области оптимума. Трехуровневые планы ПФЭ. Дробные трехуровневые планы, план Бокса-Бенкена. Геометрическая интерпретация.	2	
14	<b><u>Симплексный поиск.</u></b> Разбор на практических примерах. Основные представления. Задание n-мерного симплекса. Сравнение крутого восхождения и симплексного метода. Преимущества и недостатки симплексного поиска.	3	
15	<b><u>Перемещения симплекса в факторном пространстве.</u></b> Разбор на практических примерах. Нахождение центра противоположной грани и отражение отбрасываемой вершины. Построение дополнительной вершины. Редукция симплекса.	3	
16	<b><u>Экспертиза научных результатов и статистической обработки данных.</u></b> Разбор на практических примерах. Типичные ошибки добросовестных исследователей и наиболее распространенные методы фальсификации научных результатов. Методы выявления. Некоторые аспекты экспериментов и наблюдений в животноводстве и растениеводстве.	2	Ф

#### 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	Повторение лекционного материала. Решение задачи №8	2	Кр 1
2	Повторение лекционного материала. Решение задач № 2,5,6,7	2	Кр 1
3	Повторение лекционного материала. Решение задач № 1,3,4	2	Кр 1
4	Повторение лекционного материала. Решение задач № 9,10,11,12	2	Кр 1
5	Повторение лекционного материала. Решение задач № 13-19, 21, 22	2	Кр 2
6	Повторение лекционного материала. Решение задач № 20,23,24	2	Кр 2
7	Повторение лекционного материала. Решение задач № 25,26	2	Кр 3
8	Повторение лекционного материала. Решение задач № 27,28,29,31,32	2	Кр 3
9	Повторение лекционного материала. Решение задач № 30,32	2	Кр 3
10	Повторение лекционного материала. Решение задач № 33,34,35,36	2	Кр 3
11	Повторение лекционного материала. Решение задач № 53,54	2	Кр 5
12	Повторение лекционного материала. Решение задач № 37-39,45	4	Кр 4
13	Повторение лекционного материала. Решение задач № 40-44,46	4	Кр 4
14	Повторение лекционного материала. Решение задач № 47,48	4	Кр 4
15	Повторение лекционного материала. Решение задачи № 49	4	Кр 4
16	Повторение лекционного материала. Решение задач № 50,52	4	Кр 5

За период освоения курса студенты выполняют пять контрольных работ

#### 4.5. Задачи для самостоятельного решения в рамках подготовки к контрольным работам

##### Задачи для подготовки к контрольной работе №1 (темы 1-4)

**Задача 1** Число лучей в коробочках мака *Papaver somniferum*

xi	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

Xi	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*

Xi	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

Xi	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*

xi	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*

Xi	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

Xi	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; 13,1; 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 (темы 5-6)

**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

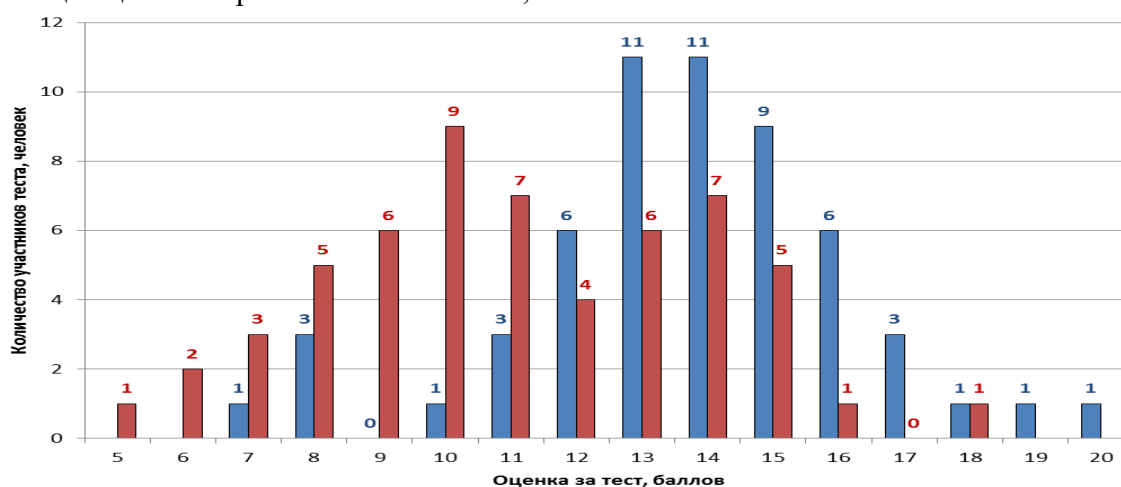
**Задача 19** Число колоний на чашках Петри (в соответствующем разведении) полученных из различных участков почв /А/ составило:

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»:

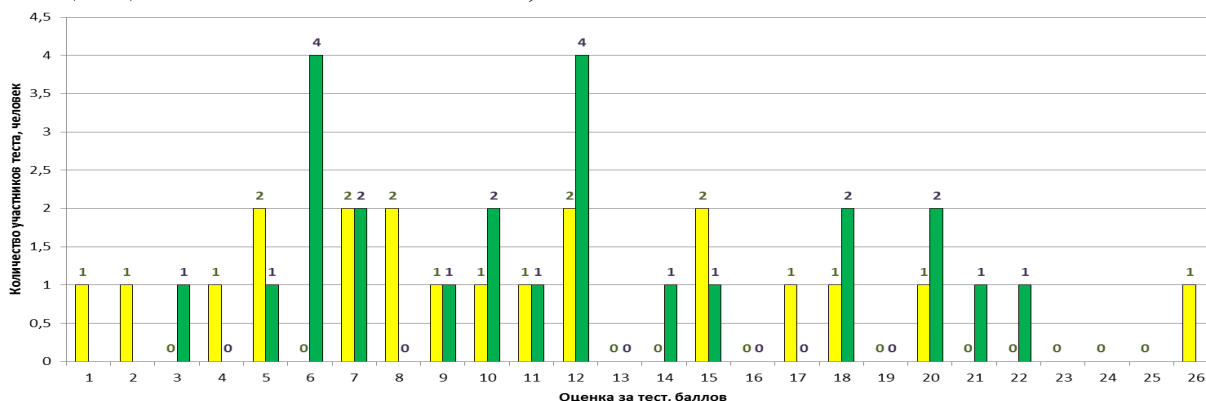
4,25	3,75	4	4,25	4,25	3,5	4	4,25	4,25	3,25
4,25	4	4,25	3,5	4,25	4,25	3,75	4,75	4	3,5
4	3,75	4	3,75	3,5	4,5	4,25	4,75	4	4
3,75	4,5	4							

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 (темы 7-10)**

**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 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 на вес 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 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	0,089; 0,088; 0,092; 0,090; 0,092
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; 0,724
5	1,8	0,893; 0,889; 0,900
6	2,0	1,060; 1,050; 1,068
7	2,2	1,070; 1,060; 1,061

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

**Задача 34.**

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
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 35.

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 36.

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?

### Задачи для подготовки к контрольной работе №4 (темы 12-15)

#### Задача 37

Верхний уровень температуры (первый фактор) 150 нижний 50. Какова будет температура в точке с безразмерной координатой  $-0,75$

Варианты ответов

- а 37,5
- б 62,5**
- в 55
- г 15

#### Задача 38

Верхний уровень давления 100 атмосфер, нижний 20 атмосфер. Каковы будут значения этих параметров в точке с безразмерными координатами  $+1,2$

Варианты ответов

- а 48
- б 80
- в 108**
- г 60

#### Задача 39

Верхний уровень температуры (первый фактор) 200 нижний 100, верхний уровень давления (второй фактор) 10 атмосфер, нижний 4 атмосфер.

Определите центральную точку плана ПФЭ

Варианты ответов

- а температура 100; давление 7
- б температура 150; давление 7**
- в температура 100; давление 14
- г температура 150; давление 14

#### Задача 40

При описании области, близкой к оптимуму необходимо

- а строить регрессионные уравнения, описывающие поверхность отклика на основе трехуровневого плана**
- б проверять адекватность уравнения**
- в преобразовывать физические величины в безразмерные**
- г проверять достоверность коэффициентов регрессии**
- д сравнивать значения функции отклика в точках плана и отбрасывать наихудшее

### Задача 41

Коэффициент регрессии для температуры положительный, а для давления отрицательный. При крутом восхождении какой параметр следует уменьшать?

- а давление
- б температуру

### Задача 42

В окрестностях оптимума коэффициенты для уравнения линейной регрессии, построенного по двухуровневому плану ПФЭ.

- а все значимы
- б все не значимы
- в часть коэффициентов значима

### Задача 43

Для описания области оптимума следует использовать план

- а трехуровневый
- б двухуровневый

### Задача 44

Поверхность отклика в окрестностях экстремума имеет вид гиперболического параболоида. Это значит, что коэффициенты регрессионного уравнения, описывающего поверхность:

- а все отрицательны
- б все положительны
- в часть коэффициентов положительна, а часть отрицательна

### Задача 45

Даны результаты эксперимента по факторному плану.

№	X1, г/л	X2, г/л	X3, г/л	X4, г/л	X5, г/л	X6, г/л	X7, г/л	Активность, U/мл*10 <sup>-3</sup>	Концентрация белка, мг/мл	Удельная активность, U/мг*10 <sup>-3</sup>
1	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,25	0	0,84	0
2	7,5	2,5	1,5	0,5	0,5	1,5	0,75	0	0,54	0
3	2,5	7,5	1,5	0,5	1,5	0,5	0,75	1,93	0,48	4,02
4	7,5	7,5	1,5	1,5	0,5	0,5	0,25	0	0,97	0
5	2,5	2,5	4,5	1,5	0,5	0,5	0,75	2,56	1,38	1,86
6	7,5	2,5	4,5	0,5	1,5	0,5	0,25	2,53	1,37	1,85
7	2,5	7,5	4,5	0,5	0,5	1,5	0,25	8,59	1,13	7,6
8	7,5	7,5	4,5	1,5	1,5	1,5	0,75	3,17	1,41	2,25
9	5,0	5,0	3,0	1,0	1,0	1,0	0,50	2,16	1,13	1,91
10	5,0	5,0	3,0	1,0	1,0	1,0	0,50	2,43	1,09	2,23

Задание 1 Перевести величин  $X_i$  в безразмерные

Задание 2 Определить коэффициенты уравнения регрессии

Задание 3 Указать центральную точку плана

Задание 4 Определить достоверность коэффициентов регрессии

### Задача 46

Дана регрессионная модель, описывающая исходную область факторного пространства

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

Составить план эксперимента по крутому восхождению к почти стационарной области, если исходный план имеет вид:

№	X1, г/л	X2, г/л	X3, г/л	X4, г/л	X5, г/л	X6, г/л	X7, г/л
1	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,25
2	7,5	2,5	1,5	0,5	0,5	1,5	0,75
3	2,5	7,5	1,5	0,5	1,5	0,5	0,75
4	7,5	7,5	1,5	1,5	0,5	0,5	0,25
5	2,5	2,5	4,5	1,5	0,5	0,5	0,75
6	7,5	2,5	4,5	0,5	1,5	0,5	0,25
7	2,5	7,5	4,5	0,5	0,5	1,5	0,25
8	7,5	7,5	4,5	1,5	1,5	1,5	0,75
9	5,0	5,0	3,0	1,0	1,0	1,0	0,50
10	5,0	5,0	3,0	1,0	1,0	1,0	0,50

### Задача 47

Как называется симплекс в трехмерном пространстве?

- а Тетраэдр
- б Гексаэдр
- в Октаэдр
- г Икосаэдр
- д Додекаэдр

### Задача 48

Необходимо запланировать исходный симплекс для 5 факторного эксперимента, каково количество точек плана?

- а 5
- б 15
- в 6
- г 10

### Задача 49

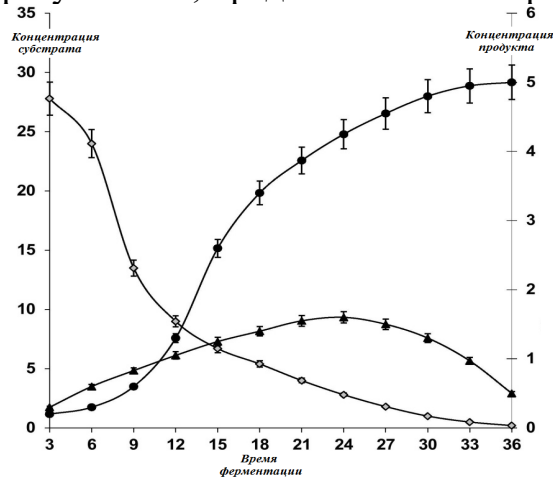
При использовании симплекс-плана нужно

- а строить регрессионные уравнения, описывающие поверхность отклика
- б отбрасывать точку с наихудшим результатом
- в преобразовывать физические величины в безразмерные
- г проверять достоверность коэффициентов регрессии
- д отражать наихудшую точку относительно противоположной грани

**Задачи для подготовки к контрольной работе №5 (темы 11, 16)**

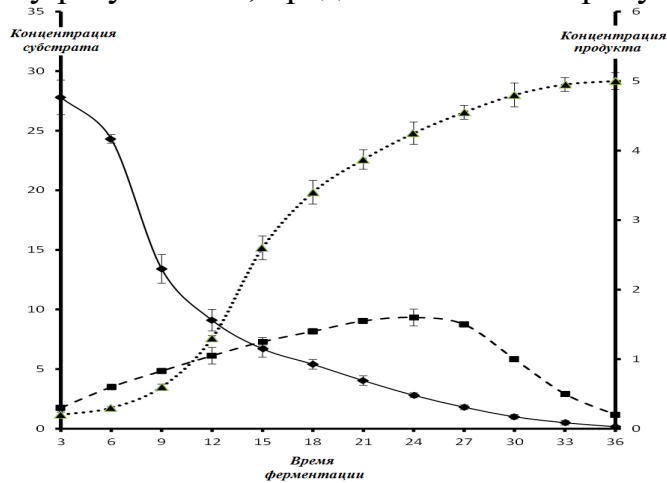
**Задача 50**

Провести экспертизу результатов, представленных на рисунке



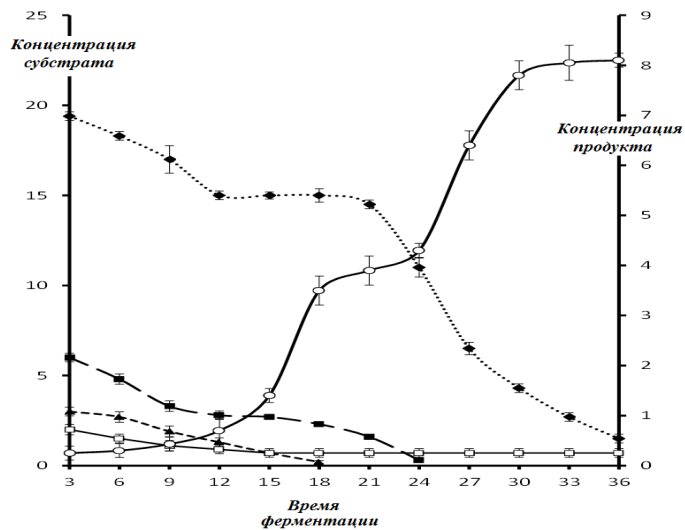
**Задача 51**

Провести экспертизу результатов, представленных на рисунке



**Задача 52**

Провести экспертизу результатов, представленных на рисунке



### Задача 53

На основании приведенных данных построить диаграмму Паретто по типам дефектов.

Контрольный листок регистрации данных

Типы дефектов	Группы данных	Итого
Трещины	/// //	10
Царапины	/// // // //...// //	42
Пятна	/// /	6
Деформация	/// // // //...// ////	104
Разрыв	////	4
Раковины	/// // // //	20
Прочие	/// // ////	14
Итого		200

### Задача 54

На основании приведенных данных установить причину появления царапин

Оборудование	Рабочий	Пон.		Вт.		Ср.		Чт.		Пят.		Суб.	
		до обеда	после обеда	до обеда	после обеда	до обеда	после обеда	до обеда	после обеда	до обеда	после обеда	до обеда	после обеда
Станок 1	A	oo x	o x	oo o	o xx	oo xxx	ooo xxx	ooo x	o xx	ooo o	oo o	o o	o xx
	B	o xx	oo xxx	oooo xx	ooo xx	oooo x	oooo x	ooo x	oo xx	oo o	oo o	oo x	ooo xx
Станок 2	C	oo x	o x	oo o	o o	oooo x	oooo o	ooo o	o o	oo o	oo o	o o	o o
	D	oo x	o x	oo o	ooo o	ooo o	oooo x	ooo o	oo o	oo o	oo o	oo x	o xx

o : поверхностные царапины    x : раковины    Δ : дефекты конечной обработки  
 ● : неправильная форма    □ : другие

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

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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется вопросами.

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:*

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

**Задача** Построить план Бокса-Бенкена для 4-х факторов

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

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.



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

### а) печатные издания:

1. Математическая статистика : Учебник для вузов / В. Б. Горяинов, И. В. Павлов, Г. М. Цветкова, О. И. Тескин; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. - 3-е изд., испр. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008. - 423 с. ISBN 978-5-7038-3022-2.
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. Боровков, А.А. Математическая статистика : учебник / А. А. Боровков. - 4-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. - 703 с. ISBN: 978-5-8114-1013-2.
4. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для вузов / В. Е. Гмурман. - 12-е изд., перераб. - М. : Высшее образование, 2006. - 479 с. ISBN 5-9692-0031-X.

### б) электронные учебные издания:

1. Нестеренко, Д. И. Основы теории вероятностей и математическая статистика: практикум для обучающихся по направлениям подготовки: 35.07.05 Технология производства и переработки с.-х. продукции, 38.03.07 Товароведение, 19.03.02 Продукты питания растительного сырья, 19.03.03 Продукты питания животного происхождения, 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания : учебное пособие / Д. И. Нестеренко, И. В. Кадина, Е. А. Комарова. — Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2022. — 64 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/339308> (дата обращения: 17.04.2024). — Режим доступа: по подписке.
2. Смиряев, А. В. Теория планирования эксперимента : методические указания / А. В. Смиряев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2017. — 36 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157512> (дата обращения: 02.04.2024). — Режим доступа: по подписке.

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

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

Электронно-библиотечные системы:

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

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

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

Sciencedirect <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 «Планирование эксперимента» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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

СТП СПбГТИ 048-2009. КС 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 приходиться, имея знания по уже изученному материалу.

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

### **10.1. Информационные технологии**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение**

Microsoft Office (Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point).

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

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Для ведения лекционных и семинарских занятий используется технически оснащенная аудитория на 25 посадочных мест.

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.

Приложение № 1  
к рабочей программе дисциплины

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине  
«Планирование эксперимента»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способен проводить поиск и изучать научно-техническую информацию по теме исследований и разработок, а также анализировать и теоретически обобщать научные данные в соответствии с задачами исследования	промежуточный

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-1.3 Способен проводить планирование эксперимента, обработку экспериментальных данных и экспертизу представленных сторонними исполнителями результатов исследований	Демонстрирует знание базовых статистических методов, основ методов крутого восхождения и симплексного поиска (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы № 1-50 к зачёту	Демонстрирует знание базовых статистических методов, основ методов крутого восхождения и симплексного поиска с ошибками	Демонстрирует знание базовых статистических методов, основ методов крутого восхождения и симплексного поиска без ошибок, но с наводящими вопросами	Демонстрирует знание базовых статистических методов, основ методов крутого восхождения и симплексного поиска без ошибок и без наводящих вопросов (самостоятельно).
	Использует статистические методы для планирования и обработки эксперимента, проводить экспертизу результатов производственных измерений и научных исследований (У-1)	Правильные решения задач № 1-7 к зачёту	Использует статистические методы для планирования и обработки эксперимента, проводить экспертизу результатов производственных измерений и научных исследований с ошибками	Использует статистические методы для планирования и обработки эксперимента, проводить экспертизу результатов производственных измерений и научных исследований без ошибок, но с наводящими вопросами	Использует статистические методы для планирования и обработки эксперимента, проводить экспертизу результатов производственных измерений и научных исследований без ошибок и без наводящих вопросов (самостоятельно).
	Демонстрирует владение стандартными пакетами прикладных программ для статистической обработки данных, навыками разработки	Верное решение задач № 8 -19 к зачету с использованием ЭВМ	Демонстрирует владение стандартными пакетами прикладных программ для статистической обработки данных,	Демонстрирует владение стандартными пакетами прикладных программ для статистической обработки данных, навыками разработки	Демонстрирует владение стандартными пакетами прикладных программ для статистической обработки данных, навыками разработки протоколов сбора и

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	протоколов сбора и статистической обработки данных (B-1)		навыками разработки протоколов сбора и статистической обработки данных с ошибками	протоколов сбора и статистической обработки данных без ошибок но с дополнительными наводящими вопросами	статистической обработки данных без ошибок

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

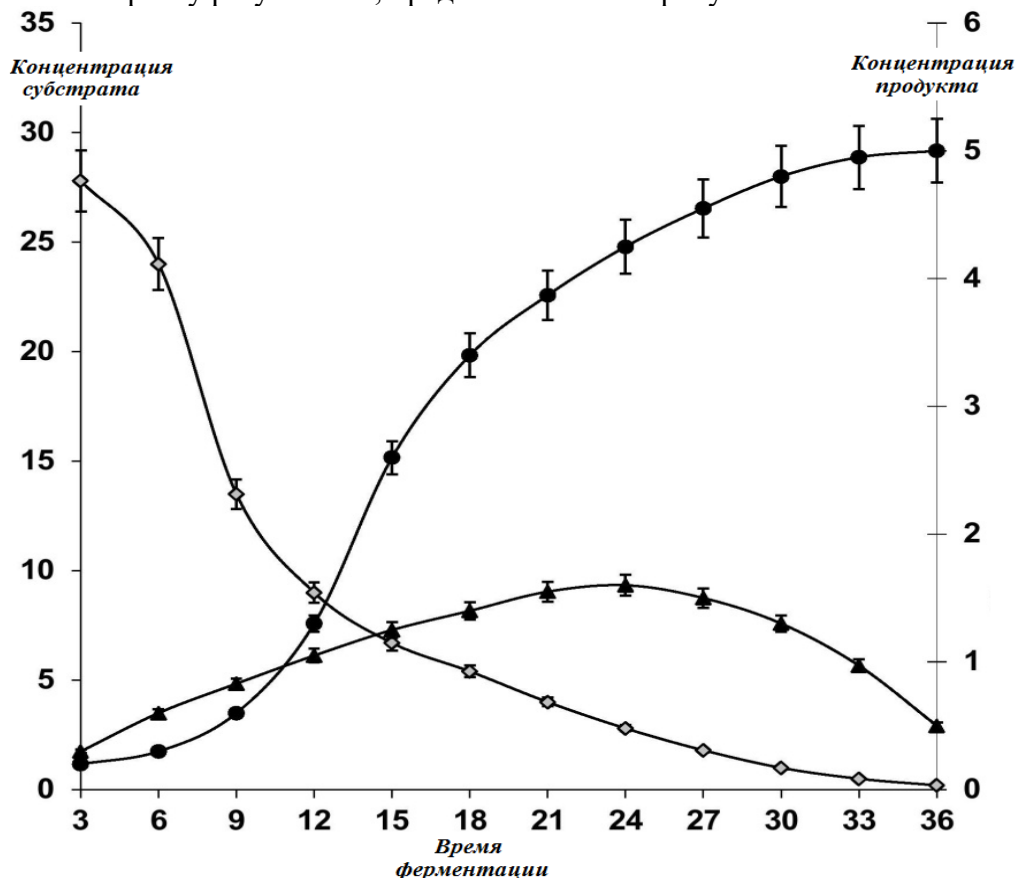
#### Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:

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

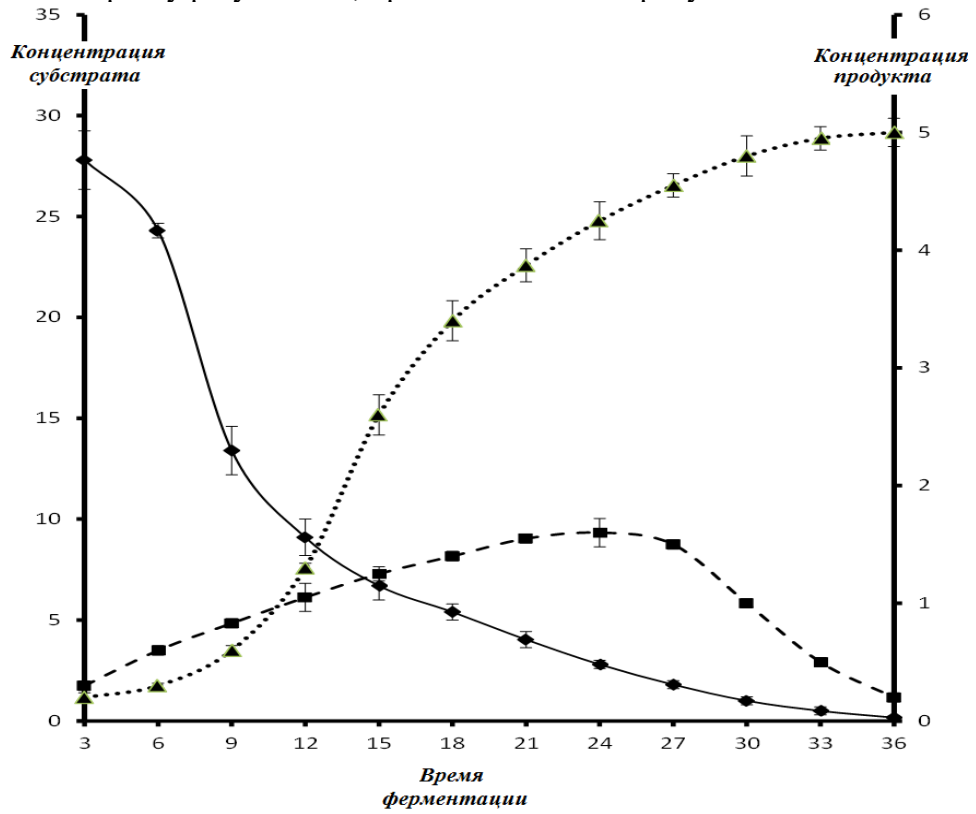
- 40 Стратегия оптимизации. Отсев факторов, крутое восхождение, исследование области оптимума.
- 41 Полный факторный эксперимент.
- 42 Перевод факторов в безразмерную систему координат.
- 43 Геометрическая интерпретация плана полного факторного эксперимента.
- 44 Уравнение регрессии, описывающее влияние факторов на функцию отклика.
- 45 Дробные факторные планы.
- 46 Симплексный метод. Задание n-мерного симплекса.
- 47 Сравнение крутого восхождения и симплексного метода.
- 48 Какие правильные выпуклые многогранники существуют в 5 и более мерных пространствах.
- 49 Сколько правильных выпуклых многогранников существует в 4 мерном пространстве
- 50 Какие планы используются для исследования области оптимума.

**Задачи:**

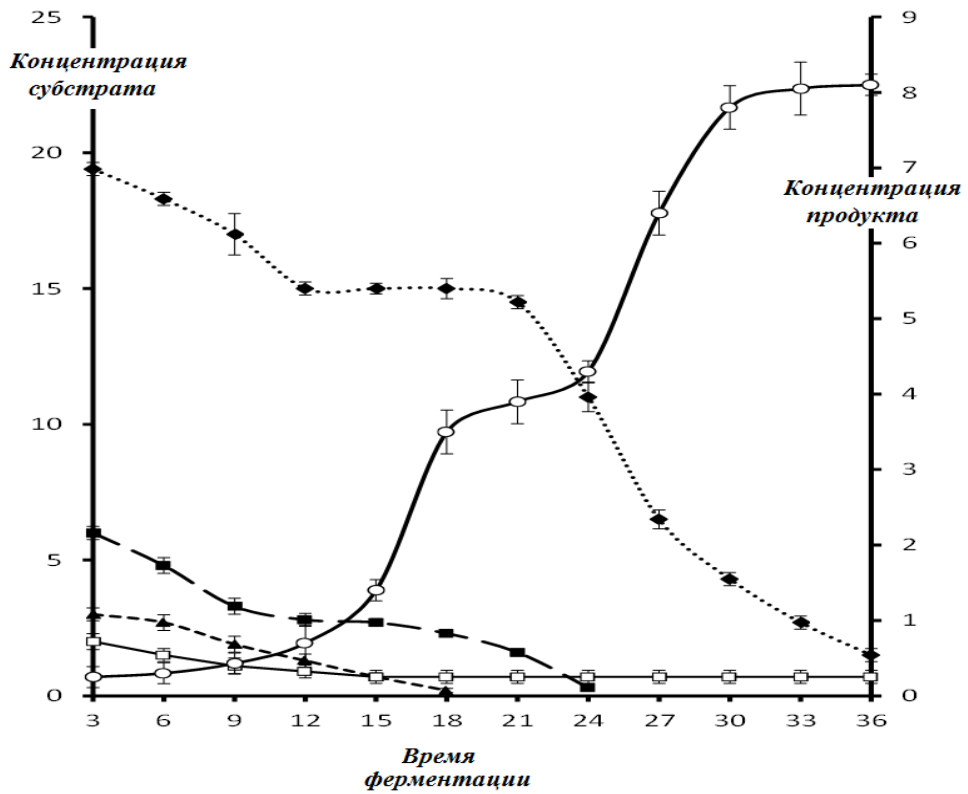
1. Провести экспертизу результатов, представленных на рисунке



2. Провести экспертизу результатов, представленных на рисунке

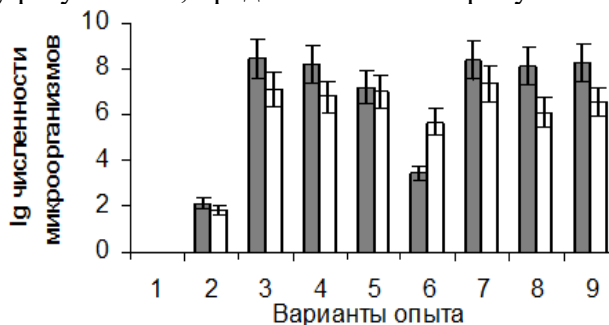


3. Провести экспертизу результатов, представленных на рисунке





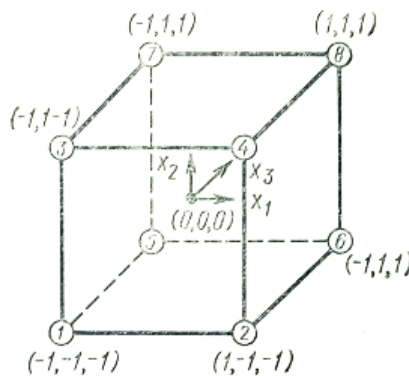
4. Провести экспертизу результатов, представленных на рисунке



5. Дана матрица плана эксперимента, изобразить геометрическую интерпретацию плана

№ (i)	Факторы в безразмерной системе координат								Отклик $Y_i$
	$X_{0i}$	$x_{1i}$	$x_{2i}$	$x_{3i}$	$x_{1x2i}$	$x_{1x3i}$	$x_{2x3i}$	$x_{1x2x3i}$	
1	$X_{0i}=+1$	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	$Y_1$
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	$Y_2$
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	$Y_3$
4	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	-1	$Y_4$
5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	$Y_5$
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	$Y_6$
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	$Y_7$
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	$Y_8$
01		0	0	0					$Y_{01}$
02		0	0	0					$Y_{02}$
03		0	0	0					$Y_{03}$

6. Дана геометрическая интерпретация плана ПФЭ, составить расширенную матрицу плана эксперимента и написать уравнение линейной модели



7. Дана матрица планирования для построения регулярного симплекса, построить симплекс план для 4-х факторного опыта

$$X = \begin{bmatrix} 0,5 & 0,289 & 0,204 & 0,158 & 0,129 & 0,109 & \dots \\ -0,5 & 0,289 & 0,204 & 0,158 & 0,129 & 0,109 & \dots \\ 0 & -0,578 & 0,204 & 0,158 & 0,129 & 0,109 & \dots \\ 0 & 0 & -0,612 & 0,158 & 0,129 & 0,109 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & -0,632 & 0,129 & 0,109 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -0,645 & 0,109 & \dots \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0,655 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

8. 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.

9. 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.

10. 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?

11 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?

12. 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.

13. 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	37,3	36,8	37,3	37,1
самцы	36,7	36,7	36,8	36,6	36,7	37	37	36,9

Выполнить дисперсионный анализ

14 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

15 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

16 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	

17 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

18 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 19 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

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

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

#### **4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков, 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.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Шкала оценивания на зачете – «зачет», «незачет». При этом «зачет» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.