

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 09.09.2025 13:27:02
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
«05» июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины
БАЗОВЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки
19.03.01 Биотехнология

Направленность программы бакалавриата

Все направленности

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **технологии микробиологического синтеза**

Санкт-Петербург

2025

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.....	12
4.4. Самостоятельная работа.....	12
4.5 Темы индивидуального задания.....	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	18
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	19
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	20
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	21
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	21
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	21
10.2. Программное обеспечение.....	22
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	22
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	22
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	22

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

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

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

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

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к части, формируемая участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.02.01) и изучается на 2 и 3 курсах.

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

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	3/ 108
Контактная работа с преподавателем:	10
занятия лекционного типа	4
занятия семинарского типа, в т.ч.	4
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	4 (4)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	2
КСР	-
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	94
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр (3)
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет (4), 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 варьирующихся объектов	0.5	0.5	0	16	ПК-5	ПК-5.4
2.	Законы распределения. Выборочный метод и оценка генеральных параметров.	0.5	0.5	0	16	ПК-5	ПК-5.4
3.	Непараметрические критерии.	1	1	0	12	ПК-5	ПК-5.4
4.	Дисперсионный анализ.	1	1	0	12	ПК-5	ПК-5.4
5.	Корреляционный анализ. Регрессионный анализ.	1	1	0	12	ПК-5	ПК-5.4
6	«Элементы стиля» в обработке данных.	0	0	0	26	ПК-5	ПК-5.4
	Итого	4	4	0	94		

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	<u>Основные понятия и определения. Основные характеристики варьирующихся объектов</u> 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.	0.5	ЛВ,Ф
2.	<u>Законы распределения. Выборочный метод и оценка генеральных параметров.</u> 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.	0.5	ЛВ, Ф
3.	<u>Непараметрические критерии.</u> Х-критерий Ван-дер-Вардена, U-критерий Уилкоксона (Манна-Уитни), критерий знаков Z, T-критерий Уилкоксона.	1	ЛВ, Ф
4.	<u>Дисперсионный анализ.</u> Суть метода и условия его применимости. Схема дисперсионного анализа однофакторных комплексов. Схема анализа двух и трехфакторных комплексов.	1	ЛВ, КтСт

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5.	<u>Корреляционный анализ. Регрессионный анализ.</u> 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. Понятие регрессии, построение и выравнивание эмпирических рядов регрессии, способ скользящей средней, линейная регрессия, нелинейная (параболическая и гиперболическая) регрессия.	1	ЛВ

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	<u>Основные понятия и определения</u> Студенты получают данные биологических экспериментов в необработанном виде и проводят их первичную обработку и группируют в вариационные ряды.	0.5	0.5	МК

№ раздела дисциплин ы	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	<u>Законы распределения</u> На основании данных, обработанных на предыдущем занятии, либо предоставленных преподавателем с использованием критерия χ^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.	0.5	0.5	МК
3	<u>Непараметрические критерии</u> Студенты проводят оценку разности средних непараметрическими критериями, обосновывая выбор того или иного критерия в зависимости от обрабатываемых данных.	1	1	МК
4	<u>Дисперсионный анализ</u> Под руководством преподавателя студенты выводят формулы для отыскания девиат и чисел степеней свободы для планов с различным числом факторов	0.5	0.5	МК

№ раздела дисциплин ы	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
4	<u>Дисперсионный анализ</u> Студенты проводят дисперсионный анализ численных данных, предоставленных преподавателем, либо полученных самостоятельно в ходе НИРС, предварительно оценив применимость метода дисперсионного анализа к указанным численным данным.	0.5	0.5	МК
5	<u>Корреляционный анализ</u> <u>параметрические показатели связи</u> Студенты рассчитывают параметрические коэффициенты корреляции по данным, предоставленным преподавателем, либо полученным самостоятельно в ходе НИРС, предварительно оценив применимость расчетных формул к указанным численным данным.	0.5	0.5	МК
5	<u>Корреляционный анализ</u> <u>непараметрические показатели связи</u> Студенты рассчитывают непараметрические коэффициенты корреляции	0.5	0.5	МК

4.3.2. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<u>Основные характеристики варьирующихся объектов</u> По ранее полученным вариационным рядам студенты вычисляют степенные и отыскивают структурные средние. Производят расчет дисперсии и среднего квадратического отклонения.	16	Контрольная работа №1
2	<u>Выборочный метод и оценка генеральных параметров</u> Студенты производят расчет двух средних величин и оценивают их разность с использованием t-критерия Стьюдента, предварительно оценив его применимость к обрабатываемым данным.	16	Контрольная работа №1
3	Когда выбирать непараметрику: тип шкалы, независимые/парные выборки, малые объёмы, нарушение нормальности. Тесты для независимых выборок: U Манна–Уитни, X ван дер Вардена — постановка и интерпретация. Тесты для парных наблюдений: знаковый Z и T Уилкоксона — область применимости и вывод. Итоговый отчёт: формулировка H0/H1, p-значение, базовые меры эффекта.	12	Контрольная работа №2
4	Предпосылки и применимость ANOVA: нормальность, гомогенность дисперсий, независимость. Однофакторная ANOVA: расчёт F, степени свободы, интерпретация и η^2/ω^2. Двух- и трёхфакторные планы: главные эффекты и взаимодействия; сбалансированные/несбалансированные дизайны. Пост-хок сравнения и диагностика модели: контроль множественных проверок, анализ остатков.	12	Контрольная работа №2
5	Корреляционный анализ Множественная и частная (парциальная корреляция) Регрессионный анализ На основании полученных в ходе лабораторных работ по профильным предметам или в результате НИРС данных, а так же по данным,	12	Контрольная работа №2

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
	предоставленным преподавателем студенты составляют уравнение калибровочного графика для фотоэлектрокалориметра (линейная регрессия). Регрессионный анализ Приложение линейной регрессии к определению кинетических констант ферментов и периодов полуинактивации/деградации/распада Регрессионный анализ Приложение уравнений линейной регрессии к определению полуингибирующих/полулетальных доз пробит методом		
6	«Элементы стиля». Вопросы стиля в обработки данных. Правила «дружественного к читателю/рецензенту» подхода в использовании статистических методов. Типовые ошибки в обработке данных.	26	Контрольная работа №3

4.5 Темы индивидуального задания

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

Типовая тема курсовой работы:

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

Задачи для подготовки к контрольным работам:

Задачи для подготовки к контрольной работе №1

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

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; 13,1; 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; 14,4; 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 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 пиллюли (б) составило:

а)	126	145	137	116	137	157	126	139	143	129	143
	145	153	135	163	133						
б)	121	143	115	106	135	157	117	130	135	123	141
	138	147	129	160	123						

ЕСТЬ ЛИ СТАТИСТИЧЕСКИЕ РАЗЛИЧИЯ?

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

А	5	7	7	7	7	10	11	20	22	23
Б	13	13	15	16	16	16	19	21	21	22

ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ ПАРТИЯМИ.

Задача 18 Дана высота саженцев на двух участках:

1:	26	30	24	28	27	27	30	29	30	26	28
2:	15	18	10	13	15	16	15	13	10	18	15

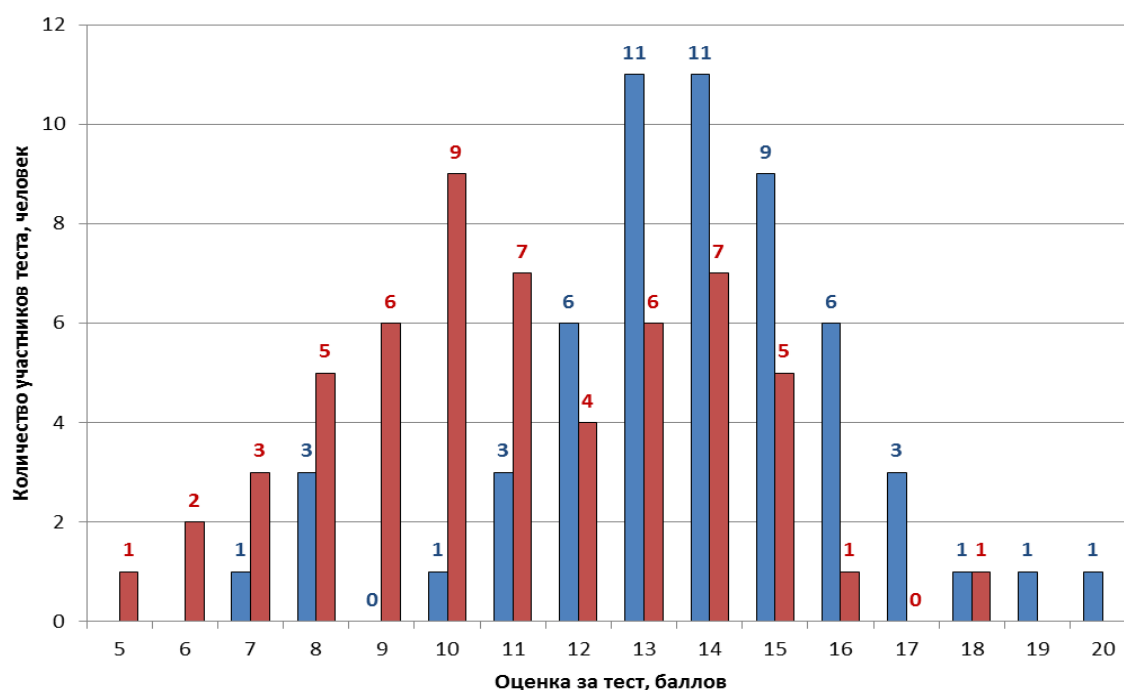
ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

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

А1:	7	4	8	10	10	7	16	11	7	6	7	9	10	15	14
	12	12	4												
А2:	5	10	9	4	7	5	1	11	12	7	7	11	10	8	8
	12	7	12												

ОЦЕНИТЕ РАЗЛИЧИЯ

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



ОЦЕНИТЬ ВЛИЯНИЕ ЖВАЧКИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ.

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

Ящик 1: Масса яблока, г

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

Ящик 2: Масса яблока, г

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

СРАВНИТЬ СРЕДНИЕ МАССЫ ЯБЛОКА.

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

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

РАЗЛИЧАЮТСЯ ЛИ СОРТА ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ДАННОМУ ЗАБОЛЕВАНИЮ?

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

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

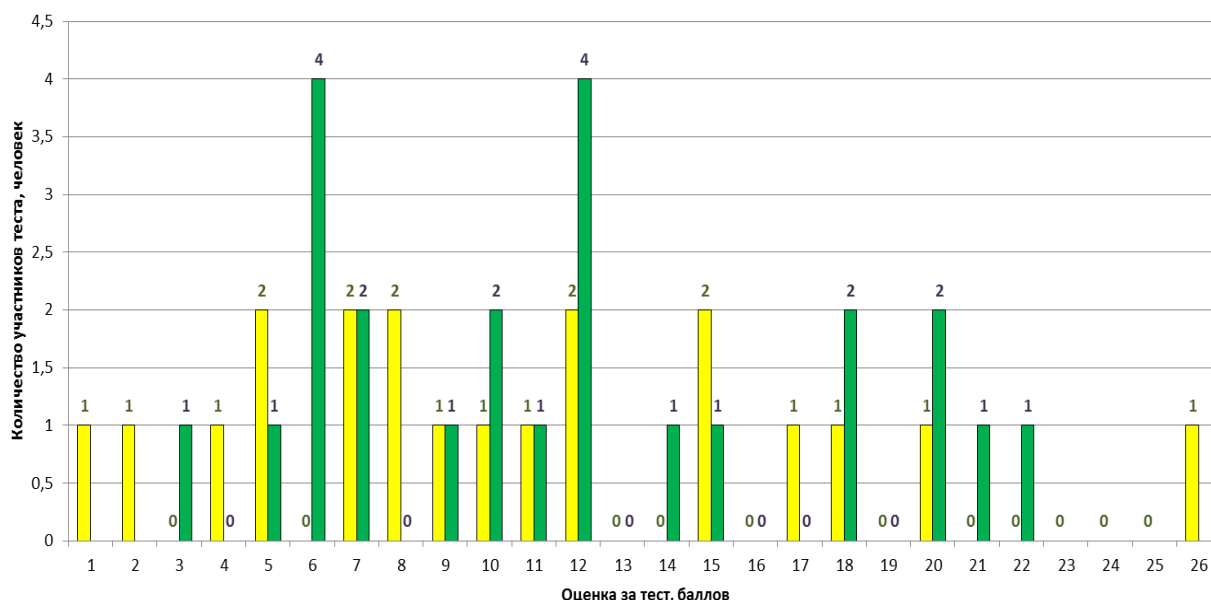
4,25	3,75	4	4,25	4,25	3,5	4	4,25	4,25	3,25
4,25	4	4,25	3,5	4,25	4,25	3,75	4,75	4	3,5
4	3,75	4	3,75	3,5	4,5	4,25	4,75	4	4
3,75	4,5	4							

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

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

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

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



ОЦЕНИТЬ ВЛИЯНИЕ ЖВАЧКИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ.

Задачи для подготовки к контрольной работе №3

Задача 25 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 26 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 27 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 28 Интенсивность миграции (x) и средняя жирность (y) рыбиков 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 29 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 30 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

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 защиты курсовой работы и зачёта.

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

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

Пример варианта вопросов на зачёте:

Вариант № 1

Вопрос Использование асимметрии и эксцесса для проверки соответствия распределения нормальному закону

Задача Процент белка в молоке матери и (х) и число дней до удвоения веса (у) у детёнышей различных млекопитающих приведен в таблице

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

Вычислить коэффициент корреляции с использованием Excel и проверить его достоверность

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

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

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

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

б) электронные издания:

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

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

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

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

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.spbti.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 «Базовые статистические методы в биотехнологии» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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

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

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

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

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен 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 Excel)

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

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Персональные ЭВМ, проектор.

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

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

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Базовые статистические методы в биотехнологии»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

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

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

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

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

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента

по компетенции ПК-5:

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

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

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

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

Построить калибровочный график и уравнение калибровочного графика.

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

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

Построить калибровочный график и уравнение калибровочного графика.

3 Определили активность партии фермента через определенные промежутки времени

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

Вопрос: через сколько суток активность снизится до 100 единиц?

4 Определили активность партии фермента через определенные промежутки времени

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

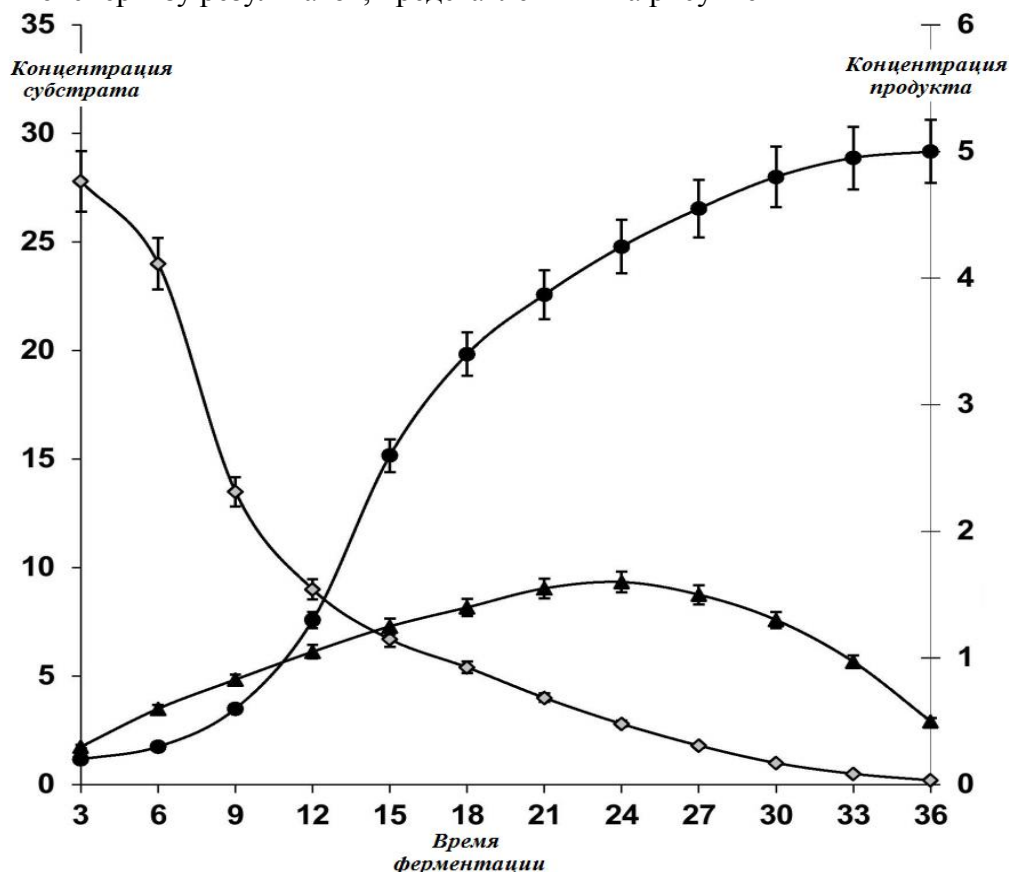
Вопрос: каков период полуинактивации фермента?

5. Для определения количества белка в растворе (определяем белок при 273 нм без дополнительных реактивов) необходимо построить калибровочный график (линейный). Для этого были приготовлены стандартные растворы и проведено определение оптической плотности в нескольких повторностях на каждую концентрацию. Определение оптической плотности проводили против чистого растворителя (воды). Результаты представлены в таблице:

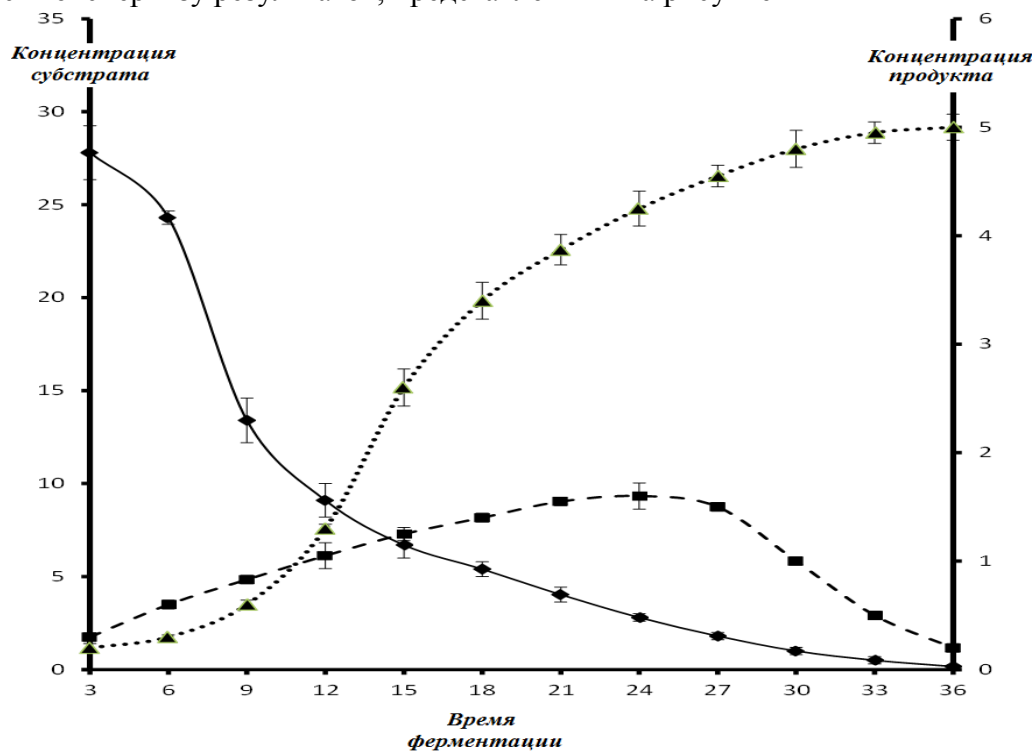
№ п.п.	Концентрация белка в стандартном Растворе мг/мл	Результаты измерений оптической плотности
1	0,2	0,090; 0,088; 0,092; 0,090; 0,091
2	0,6	0,287; 0,290; 0,288; 0,290; 0,289
3	0,8	0,412; 0,409; 0,415; 0,410
4	1,4	0,723; 0,730; 0,725
5	1,8	0,893; 0,889; 0,900
6	2,0	1,060; 1,050; 1,065
7	2,2	1,070;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

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

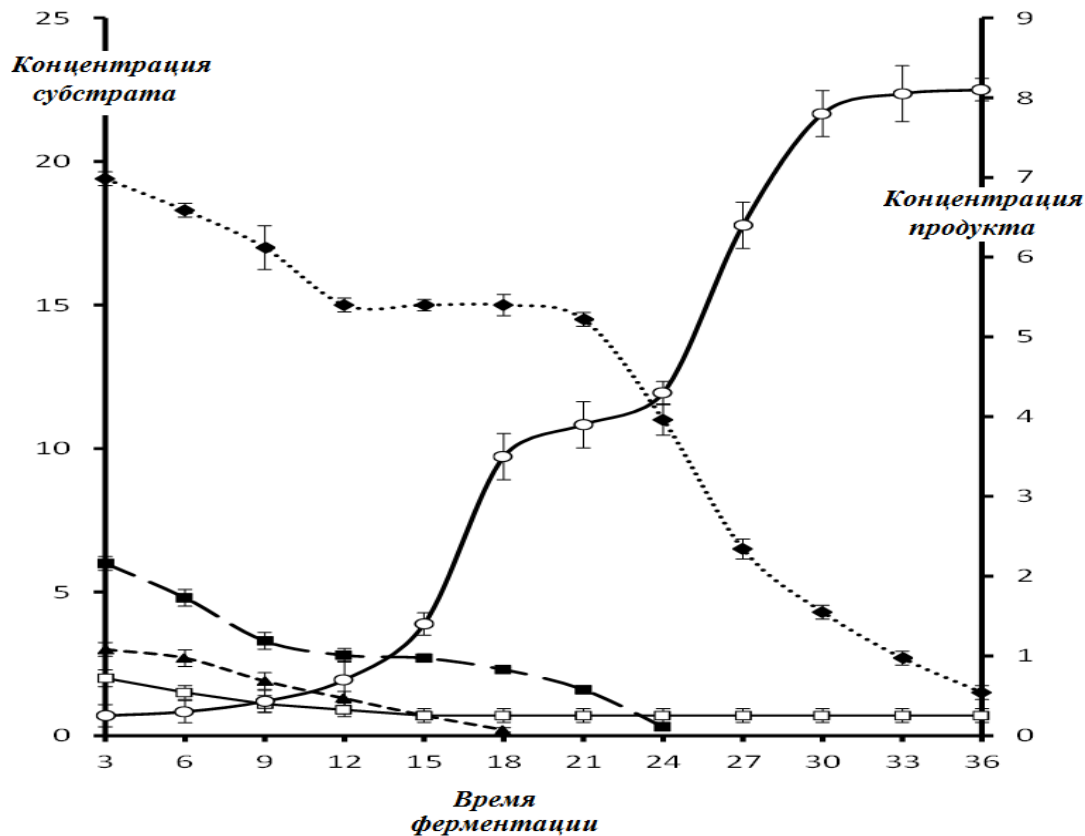
6. Провести экспертизу результатов, представленных на рисунке



7. Провести экспертизу результатов, представленных на рисунке



8. Провести экспертизу результатов, представленных на рисунке



9 При кормлении тушканчиков сухой и влажной пищей получены следующие данные о средних температурах тела самцов и самок тушканчиков (в градусах С) [Рокицкий П.Ф. "Биологическая статистика" Изд. 3-е. испр.. "Вышейшая 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

10 Получены данные об урожайности при использовании различных удобрений

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

Выполнить дисперсионный анализ

11 Вес(х) и рост(у) девушек 17-19 лет составляет

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

Вес(х) и рост(у) юношей составляет

х	87	96	75	82	63	81	93	87
у	185	181	179	185	180	180	186	176

Сравнить коэффициенты корреляции

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

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

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

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

Вычислить коэффициент корреляции

14 Получены следующие данные о содержании хлорофилла b (в мг/дм²) в листьях канатника (Abutilon) в разное время суток:

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

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

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

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

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

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

Влияет ли количество отелов на годовые удои?

Задача 17 Гибридные крысы 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 на вес вскармливаемых крыс оказал генотип самки-кормилицы?

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

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

4. Темы курсовых работ:

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

Типовая тема курсовой работы:

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

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

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

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

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