

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент **В.Ю. Бажин**

Проректор по
образовательной деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки	15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Направленность (профиль)	Системы автоматизированного управления в машиностроении
Квалификация выпускника:	Магистр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доц. Васильева Н.В.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Планирование эксперимента» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», утвержденного приказом Минобрнауки России № 1452 от 25.11.2020 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» направленность (профиль) «Системы автоматизированного управления в машиностроении».

Составитель _____ к. т. н., доц. Н.В. Васильева

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Автоматизации технологических процессов и производств» от 15 февраля 2021 г., протокол № 12.

Заведующий кафедрой АТПП _____ д.т.н. В.Ю. Бажин

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса _____ к.т.н. А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины — ознакомление студентов с научными основами формирования знаний и умений в области планирования и организации эксперимента, обучение принципам и приемам планирования научного и промышленного эксперимента.

Основные задачи дисциплины:

- изучение принципов планирования пассивного и активного эксперимента;
- изучение особенностей подготовки, проведения и обработки данных для полного и дробного факторного эксперимента первого порядка;
- изучение методики проведения и обработки данных экспериментов второго порядка
- освоение навыков составления программы исследования, проведения экспериментальных исследований, пользования экспериментальной аппаратурой;
- освоение навыков планирования, организации и проведения эксперимента с последующей обработкой и анализом данных.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Планирование эксперимента» относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств» и изучается во 2 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Планирование эксперимента» являются «Математическое моделирование объектов и систем управления», «Философские проблемы науки и техники».

Дисциплина «Планирование эксперимента» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Компьютерные технологии автоматизации и управления», «Интегрированные системы проектирования и управления автоматизированных и автоматических производств».

Особенностью дисциплины является то, что студенты знакомятся с основными понятиями о научном исследовании, управлении научным микроколлективом, структурой научного труда, планированием эксперимента, общими принципами его проведения, обработкой результатов эксперимента и интерпретацией результатов.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Планирование эксперимента» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемая компетенция		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования	ОПК-1	ОПК-1.2. Знает: - принципы планирования пассивного и активного эксперимента; - особенности подготовки, проведения и обработки данных для полного и дробного факторного эксперимента первого порядка; - методику проведения и обработки данных экспериментов второго порядка

Формируемая компетенция		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		ОПК-1.3. Умеет: - составлять программу исследования; - проводить экспериментальные исследования; - пользоваться экспериментальной аппаратурой;
		ОПК-1.4. Владеет: - навыками планирования, организации и проведения эксперимента с последующей обработкой и анализом данных.
Способен представлять результаты исследования в области машиностроения в виде научно-технических отчетов и публикаций	ОПК-9.	ОПК-9.1 Знает: - этапы проведения научных исследований; - формы представления результатов исследования - особенности написания и презентации научных докладов, статей и эссе
		ОПК-9.2 Умеет: - выступать перед аудиторией с презентацией; - анализировать результаты научных исследований; - использовать знания в области организации и проведения научных исследований для реализации профессиональных навыков
		ОПК-9.3 Владеет: - навыками подготовки научных докладов; - навыками выступления на конференциях, научных семинарах, круглых столах; - навыками выступления перед аудиторией с презентацией
Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению технологических показателей автоматизированного производственного оборудования	ОПК-10.	ОПК-10.1 Знает: - понятия, концепции, принципы и методы проведения стандартных испытаний по определению технологических показателей автоматизированного производственного оборудования
		ОПК-10.2 Умеет: - составлять программу исследования - выбирать методы проведения эксперимента для определения технологических показателей автоматизированного производственного оборудования

Формируемая компетенция		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		ОПК-10.3 Владеет: - методами анализа эффективности работы технологических показателей автоматизированного производственного оборудования - навыками проведения и обработки результатов эксперимента для определения технологических показателей автоматизированного производственного оборудования
Способен изучать, анализировать и применять научно-техническую информацию для выполнения научно-исследовательской работы	ПКС-4.	ПКС-4.1. Знает: основные понятия, категории и методы научных исследований; этапы проведения научно-технического исследования
		ПКС-4.2. Умеет: работать с нормативными документами, справочной литературой, проектной документацией; оформлять ссылки / сноски и библиографический список в соответствии с требованиями и правилами составления
		ПКС-4.3. Владеет навыками анализа, обобщения, систематизации и интерпретации данных отечественных и зарубежных исследований по изучаемым вопросам

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		2
Аудиторная работа, в том числе:	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия (ПЗ)	32	32
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	80	80
Выполнение курсовой работы (проекта)	20	20
Информационно-аналитический поиск	12	12
Подготовка к практическим занятиям	32	32
Подготовка к лекциям	16	16
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э (36)	Э (36)
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак. час.	180	180
зач. ед.	5	5

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. Основные понятия научно-технического исследования	9	4	–		5
Раздел 2. Этапы организации и проведения научно-технического исследования	28	6	12		10
Раздел 3. Планирование эксперимента первого порядка	36	8	8		20
Раздел 4. Планирование дробного факторного эксперимента	30	4	6		20
Раздел 5. Планирование эксперимента второго порядка	30	4	6		20
Раздел 6. Планирование эксперимента при поиске экстремальной (оптимальной) области	11	6	–		5
Подготовка к экзамену	36				
Итого:	180	32	32	–	80

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Основные понятия научно-технического исследования	Понятие научно-технического исследования. Цели. Задачи. Классификация научно-технических исследований.	4
2.	Этапы организации и проведения научно-технического исследования	Этапы организации и проведения научно-технического исследования. Структура научно-технического исследования. Формирование исследовательской группы. Информационный поиск и составление методики исследования. Предварительная разработка исследования. Подготовка и проведение экспериментальной части исследования. Ошибки исследователя при проведении исследований. Оформление результатов научно-технического исследования. Структура отчета. Статьи. Монографии. Диссертации. Открытия. Внедрение. Научная продукция. Опытно-промышленное и серийное внедрение.	6
3.	Планирование эксперимента	Предварительная разработка исследования. Подготовка и проведение экспериментальной части исследова-	8

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		дования. Выбор входных и выходных переменных. Выбор области экспериментирования. Выбор математической модели объекта. Составление плана эксперимента. Обработка результатов эксперимента.	
4.	Дробный факторный эксперимент	Выбор математической модели объекта. Составление плана проведения дробного факторного эксперимента. Обработка результатов дробного факторного эксперимента.	4
5.	Планирование второго порядка	Разработка ортогонального центрально-композиционного плана. Обработка результатов эксперимента. Определение оптимальных условий ведения процесса.	4
6.	Планирование эксперимента при поиске экстремальной области	Метод Гаусса-Зайделя. Метод Бокса-Уилсона. Метод крутого восхождения. Симплексный метод планирования эксперимента. Факторные методы определения экстремума.	6
Итого:			32

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Наименование практических работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 2	Проведение информационного поиска. Патентный поиск	6
2	Раздел 3	Планирование эксперимента. Построение математической модели первого порядка	8
3	Раздел 4	Планирование эксперимента. Построение модели методом дробного факторного эксперимента	6
4	Раздел 5	Планирование эксперимента. Построение математической модели второго порядка	6
5	Разделы 2, 3, 5	Оформление результатов научно-технического исследования в виде научной статьи	6
Итого:			32

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Примерная тематика курсовых работ

1. Разработка математической модели технологического процесса первого порядка методом планирования пассивного эксперимента.
2. Разработка математической модели технологического процесса второго порядка методом планирования активного эксперимента.
3. Разработка математической модели технологического процесса методом планирования эксперимента.
4. Проведение пассивного эксперимента на большом массиве данных.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цель практических занятий — совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, перед экзаменом) являются одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю. Одним из видов самостоятельной работы является выполнение информационно-аналитического поиска, который позволяет обучающимся развить навыки научного поиска, формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Самостоятельная работа студентов (СРС)

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Планирование эксперимента» проходит в форме выполнения курсовой работы, проведения информационного-аналитического поиска и подготовки к практическим занятиям.

6.1.1. Тематика для самостоятельной подготовки

Раздел 1. Понятие научно-технического исследования

1. Какие задачи решаются при проведении экспериментальных исследований?
2. Чем прямые измерения отличаются от косвенных?
3. Что общего и чем отличаются методы «индукция» и «дедукция»?
4. Дайте понятие научному исследованию.
5. Сформулируйте цели и задачи научно-технического исследования.

Раздел 2. Этапы организации и проведения научно-технического исследования

1. Перечислите основные этапы организации и проведения научно-технического исследования. Охарактеризуйте каждый этап.
2. Кто входит в состав исследовательской группы? Опишите функции каждого участника.
3. Что собой представляет сетевой (временной) график? Что на нем должно быть отражено.
4. Какова структура отчета о научном исследовании?
5. Как осуществляется подготовка к проведению исследования?

Раздел 3. Планирование эксперимента

1. Назовите основные этапы планирования эксперимента.
2. В чем заключается суть операции кодирования переменных?
3. Какими свойствами обладает полный факторный эксперимент?
4. В чем заключается интерпретация модели в терминах объекта исследования?
5. Составьте матрицу планирования ПФЭ для 4-х факторного эксперимента.

Раздел 4. Дробный факторный эксперимент

1. Какими свойствами обладаетДФЭ?
2. Как находятся коэффициенты аппроксимирующего полинома?
3. Что такое «дробная реплика»?
4. Что такое «генерирующие соотношения» или «генераторы»?
5. Что представляет собой матрица планирования?

Раздел 5. Планирование второго порядка

1. Что включает в себя матрица планирования ОЦКП?
2. Какими свойствами обладает ОЦКП?
3. Как находятся коэффициенты аппроксимирующего полинома в виде полной квадратики?
4. Как осуществляется оценка адекватности аппроксимирующего полинома при $N = s$?
5. Как найти координаты «звездных точек»?

Раздел 6. Планирование эксперимента при поиске экстремальной области

1. Метод Гаусса-Зейделя. Основные достоинства и недостатки данного метода.
2. Метод градиента. Основные достоинства и недостатки данного метода.
3. Метод Бокса-Уилсона. Основные достоинства и недостатки данного метода.
4. Симплекс-метод. Основные достоинства и недостатки данного метода.
5. Метод случайного поиска экстремума. Основные достоинства и недостатки данного ме-

тода

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов к экзамену:

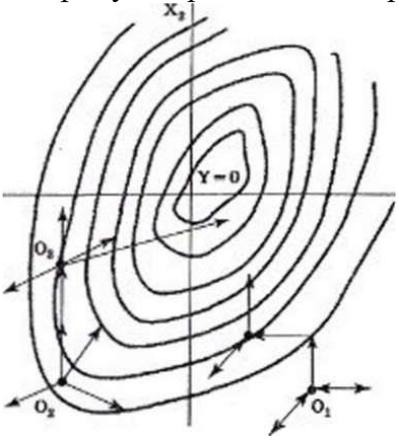
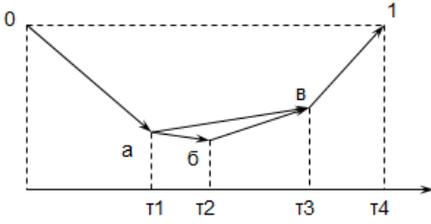
1. В чем суть планирования эксперимента?
2. Различие научного и промышленного эксперимента.
3. Основные виды задач, решаемых в планировании эксперимента.
4. Понятие плана эксперимента, матрицы планирования.
5. Этапы планирования эксперимента.
6. Основные концепции современного подхода к организации эксперимента.
7. Понятие фактора. Требования к факторам.
8. Отклик системы, параметр оптимизации.
9. Чем отличаются пассивные и активные эксперименты?
10. Чем характеризуется объект исследования? Дайте определение факторному пространству.
11. Что образует план эксперимента?
12. Что называется спектром плана?
13. Что такое регрессионные полиномы и где они применяются
14. Перечислите условия, необходимые для определения коэффициентов регрессии.
15. Процедура определения локальной области факторного пространства.
16. Что называется полным факторным экспериментом.
17. Приемы построения матрицы планирования ПФЭ.
18. Свойства матрицы планирования ПФЭ.
19. Зачем в матрицу планирования вводят x_0 ?
20. Смешанные оценки в ПФЭ.
21. Оценка эффектов взаимодействия в ПФЭ.
22. Дробный факторный эксперимент и принцип насыщения.
23. Опишите план нахождения построчной дисперсии выходной величины.
24. Для чего нужно расчетное значение коэффициента Кохрена и как он находится?
25. Что такое критерий Стьюдента и где он используется?
26. Для чего оценивают, насколько отличаются средние значения y_i выходной величины, полученной в точках факторного пространства, и значения y_i , полученного из уравнения регрессии в тех же точках факторного пространства? Чем определяется F- критерий Фишера и как его применяют?
27. Чем обеспечивается ортогональность столбцов матрицы планирования.

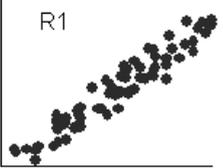
28. Определение ОЦКП. Каким образом для ОЦКП выбирается числовое значение α (звездного плеча)?
29. Какие задачи решаются при проведении экспериментальных исследований?
30. Назовите основные виды методов научных исследований. Дайте характеристику каждого из видов. Приведите примеры.
31. Как рассчитывают количество опытов при планировании полного факторного эксперимента.
32. Как выполняют переход от действительных значений факторов к кодированным и обратно?

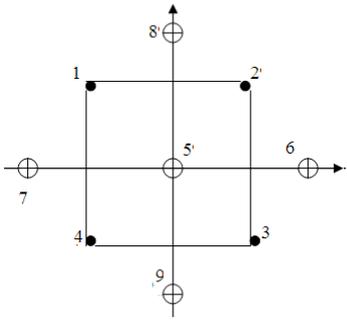
6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант 1.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа																																																																								
1	2	3																																																																								
1.	Исходным, обязательным документом для проведения научно-технического исследования является	1. Отчет о проведении научно-технического исследования 2. План научно-технического исследования 3. Техническое задание на выполнение научно-технического исследования 4. Методика научно-технического исследования																																																																								
2.	Совокупность приемов или операций практического или теоретического освоения действительности, подчиненных решению конкретной задачи – это	1. Практика 2. Концепция 3. Метод 4. Научная теория																																																																								
3.	Как формулируется свойство симметричности плана эксперимента относительно центра эксперимента?	1. Сумма квадратов элементов каждого вектор-столбца равна нулю. 2. Сумма элементов вектора-столбца для каждого фактора равна нулю. 3. Сумма почленных произведений любых двух векторов-столбцов матрицы равна нулю. 4. Сумма элементов вектора-столбца для каждого фактора равна числу опытов.																																																																								
4.	На рисунке представлены результаты эксперимента. <table border="1" data-bbox="327 1612 813 1937"> <thead> <tr> <th>Номер опыта</th> <th>x_0</th> <th>x_1</th> <th>x_2</th> <th>x_3</th> <th>Y_1</th> <th>Y_2</th> <th>Y_3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>7,87</td><td>7,47</td><td>11,12</td></tr> <tr><td>2</td><td>+1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>17,23</td><td>15,42</td><td>15,64</td></tr> <tr><td>3</td><td>+1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>6,55</td><td>5,89</td><td>11,26</td></tr> <tr><td>4</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>8,49</td><td>10,91</td><td>8,79</td></tr> <tr><td>5</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>2,16</td><td>19,84</td><td>22,39</td></tr> <tr><td>6</td><td>+1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>32,14</td><td>27,59</td><td>28,16</td></tr> <tr><td>7</td><td>+1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>6,85</td><td>7,20</td><td>9,64</td></tr> <tr><td>8</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>27,19</td><td>23,56</td><td>23,04</td></tr> </tbody> </table> Уточните количество повторений каждого опыта.	Номер опыта	x_0	x_1	x_2	x_3	Y_1	Y_2	Y_3	1	+1	-1	-1	-1	7,87	7,47	11,12	2	+1	+1	-1	-1	17,23	15,42	15,64	3	+1	-1	+1	-1	6,55	5,89	11,26	4	+1	+1	+1	-1	8,49	10,91	8,79	5	+1	-1	-1	+1	2,16	19,84	22,39	6	+1	+1	-1	+1	32,14	27,59	28,16	7	+1	-1	+1	+1	6,85	7,20	9,64	8	+1	+1	+1	+1	27,19	23,56	23,04	1. 4 2. 3 3. 8 4. 24
Номер опыта	x_0	x_1	x_2	x_3	Y_1	Y_2	Y_3																																																																			
1	+1	-1	-1	-1	7,87	7,47	11,12																																																																			
2	+1	+1	-1	-1	17,23	15,42	15,64																																																																			
3	+1	-1	+1	-1	6,55	5,89	11,26																																																																			
4	+1	+1	+1	-1	8,49	10,91	8,79																																																																			
5	+1	-1	-1	+1	2,16	19,84	22,39																																																																			
6	+1	+1	-1	+1	32,14	27,59	28,16																																																																			
7	+1	-1	+1	+1	6,85	7,20	9,64																																																																			
8	+1	+1	+1	+1	27,19	23,56	23,04																																																																			

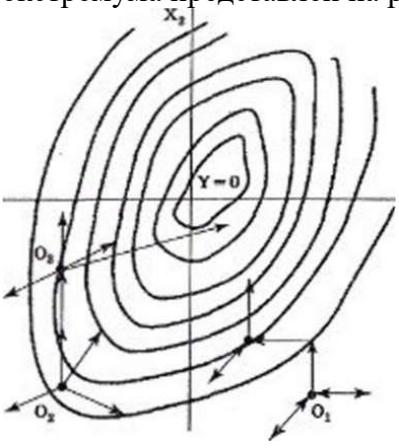
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
5.	<p>Укажите, какой из видов поиска экстремума представлен на рисунке:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод Гаусса-Зейделя 2. Метод крутого восхождения 3. Симплекс-метод 4. Случайная стратегия поиска экстремума
6.	<p>На каком этапе научно-технического исследования указывается, какие величины в процессе эксперимента должны иметь постоянные значения, а какие будут изменяться, устанавливаются диапазоны изменения переменных и т.д.?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внедрения законченных разработок в промышленность 2. Подготовки и проведения экспериментальной части исследования 3. Обработки данных эксперимента 4. Предварительной разработки исследования
7.	 <p>На сетевом графике выполнения этапа информационного поиска и составления методики исследования участок в1 отражает:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Начало исследования 2. Составление методики 3. Информационный поиск 4. Постановку задачи исследования
8.	<p>Дайте определение понятию «анализ»</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод исследования, который включает в себя изучение предмета путем мысленного или практического расчленения его на составные элементы 2. Научно обоснованное предположение о непосредственно не наблюдаемом факте либо о закономерном порядке, объясняющем известную совокупность явлений 3. Метод исследования, который заключается в соединении различных элементов, сторон объекта в единое целое 4. Те приемы и средства, с помощью которых получают достоверные сведения, используемые далее для построения научной теории и выработки практических рекомендаций.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
9.	По степени новизны научно-технические исследования подразделяются на:	<ol style="list-style-type: none"> 1. новую технику и технику текущего уровня 2. принципиально новую технику и новую технику 3. принципиально новую технику, новую технику, технику текущего уровня и морально устаревшую технику 4. принципиально новую технику, новую технику и технику текущего уровня
10.	<p>На рисунке представлено корреляционное поле точек, отражающее зависимость между двумя параметрами процесса.</p> <p>Анализируя полученные графики, укажите правильное соотношение коэффициентов корреляции:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>R1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>R2</p> </div> </div>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $R_1 < 0, R_2 > 0$. 2. $R_1 < 0, R_2 < 0$. 3. $R_1 > 0, R_2 < 0$. 4. $R_1 = R_2$
11.	Коэффициент корреляции вычисляется в соответствии с выражением:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $r_{yx} = \frac{k_{yx}}{\sigma_x + \sigma_y}$ 2. $r_{yx} = \frac{k_{yx}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$ 3. $r_{yx} = \frac{k_{yx}}{\sigma_x - \sigma_y}$ 4. $r_{yx} = \frac{k_{yx}}{(\sigma_x \cdot \sigma_y)^2}$
12.	Чему равен коэффициент корреляции, если $SSf = 2$, $SSr = 4$, $\sigma_x = 4$, $\sigma_y = 6$, $k_{yx} = 12$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0,5 2. 6 3. 1,5 4. 0,33
13.	Укажите правильное условие выбора звездных точек для построения ортогонально центрально-композиционного плана эксперимента	<ol style="list-style-type: none"> 1. Должны выполняться условия ортогональности, симметрии и нормировки 2. Должны выполняться условия ортогональности и нормировки, а условия симметрии могут не выполняться 3. Должны выполняться условия симметрии и ортогональности 4. Должно выполняться только условие симметрии

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
14.	Какие значения может принимать дисперсия адекватности?	<ol style="list-style-type: none"> 1. только отрицательные 2. любые 3. только положительные 4. положительные, отрицательные и 0
15.	Объекты, которые ранее не существовали в природе, но созданы человеком для удовлетворения его определенных потребностей – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Роботы 2. Техника 3. Технологии 4. Агрегаты
16.	<p>На рисунке представлен ортогональный центрально-композиционный план ОЦКП для двух факторов. Укажите, какие точки относятся к ядру плана</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Точки 5, 6, 7, 8, 9 2. Точки 1, 2, 3, 4 3. Точки 6, 7, 8, 9 4. Точка 5
17.	Какой из указанных планов эксперимента является дробной репликой плана ПФЭ 2^3	<ol style="list-style-type: none"> 1. ДФЭ 2^{3-1} 2. ДФЭ 2^{4-1} 3. ДФЭ 2^{5-1} 4. ДФЭ 2^{2+1}
18.	Дайте определение понятию «синтез»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод исследования, который включает в себя изучение предмета путем мысленного или практического расчленения его на составные элементы 2. Научно обоснованное предположение о непосредственно не наблюдаемом факте либо о закономерном порядке, объясняющем известную совокупность явлений 3. Метод исследования, который заключается в соединении различных элементов, сторон объекта в единое целое 4. Те приемы и средства, с помощью которых получают достоверные сведения, используемые далее для построения научной теории и выработки практических рекомендаций.
19.	На каком этапе научно-технического исследования реализуется проект экспериментальной установки?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внедрения законченных разработок в промышленность 2. Подготовки и проведения экспериментальной части исследования 3. Обработки данных эксперимента 4. Нет правильного варианта

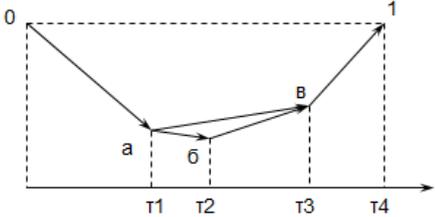
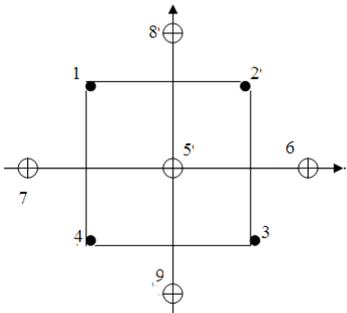
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
20.	Этап «Обработка данных эксперимента, анализ и обобщение результатов» заканчивается	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внедрением законченных разработок в промышленность 2. Разработкой физической модели объекта исследования 3. Описанием принципа действия объекта исследования 4. Формулированием новых фактов и законов, теоретических и практических выводов, объяснений и научных предсказаний.

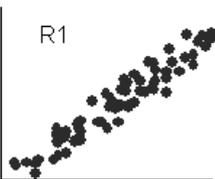
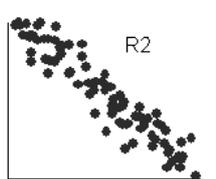
Вариант 2.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Совокупность приемов или операций практического или теоретического освоения действительности, подчиненных решению конкретной задачи – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Практика 2. Концепция 3. Метод 4. Научная теория
2.	Этап «Обработка данных эксперимента, анализ и обобщение результатов» заканчивается	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внедрением законченных разработок в промышленность 2. Разработкой физической модели объекта исследования 3. Описанием принципа действия объекта исследования 4. Формулированием новых фактов и законов, теоретических и практических выводов, объяснений и научных предсказаний.
3.	<p>Укажите, какой из видов поиска экстремума представлен на рисунке:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод Гаусса-Зейделя 2. Метод крутого восхождения 3. Симплекс-метод 4. Случайная стратегия поиска экстремума

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа																																																																								
1	2	3																																																																								
4.	Исходным, обязательным документом для проведения научно-технического исследования является	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отчет о проведении научно-технического исследования 2. План научно-технического исследования 3. Техническое задание на выполнение научно-технического исследования 4. Методика научно-технического исследования 																																																																								
5.	На каком этапе научно-технического исследования реализуется проект экспериментальной установки	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внедрения законченных разработок в промышленность 2. Подготовки и проведения экспериментальной части исследования 3. Обработки данных эксперимента 4. Нет правильного варианта 																																																																								
6.	На каком этапе научно-технического исследования указывается, какие величины в процессе эксперимента должны иметь постоянные значения, а какие будут изменяться, устанавливаются диапазоны изменения переменных и т.д.?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внедрения законченных разработок в промышленность 2. Подготовки и проведения экспериментальной части исследования 3. Обработки данных эксперимента 4. Предварительной разработки исследования 																																																																								
7.	По степени новизны научно-технические исследования подразделяются на:	<ol style="list-style-type: none"> 1. новую технику и технику текущего уровня 2. принципиально новую технику и новую технику 3. принципиально новую технику, новую технику, технику текущего уровня и морально устаревшую технику 4. принципиально новую технику, новую технику и технику текущего уровня 																																																																								
8.	<p>На рисунке представлены результаты эксперимента.</p> <table border="1" data-bbox="327 1559 815 1877"> <thead> <tr> <th>Номер опыта</th> <th>x₀</th> <th>x₁</th> <th>x₂</th> <th>x₃</th> <th>Y₁</th> <th>Y₂</th> <th>Y₃</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>+1</td> <td>-1</td> <td>-1</td> <td>-1</td> <td>7,87</td> <td>7,47</td> <td>11,12</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>+1</td> <td>+1</td> <td>-1</td> <td>-1</td> <td>17,23</td> <td>15,42</td> <td>15,64</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>+1</td> <td>-1</td> <td>+1</td> <td>-1</td> <td>6,55</td> <td>5,89</td> <td>11,26</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>+1</td> <td>+1</td> <td>+1</td> <td>-1</td> <td>8,49</td> <td>10,91</td> <td>8,79</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>+1</td> <td>-1</td> <td>-1</td> <td>+1</td> <td>2,16</td> <td>19,84</td> <td>22,39</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>+1</td> <td>+1</td> <td>-1</td> <td>+1</td> <td>32,14</td> <td>27,59</td> <td>28,16</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>+1</td> <td>-1</td> <td>+1</td> <td>+1</td> <td>6,85</td> <td>7,20</td> <td>9,64</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>+1</td> <td>+1</td> <td>+1</td> <td>+1</td> <td>27,19</td> <td>23,56</td> <td>23,04</td> </tr> </tbody> </table> <p>Уточните количество повторений каждого опыта.</p>	Номер опыта	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	1	+1	-1	-1	-1	7,87	7,47	11,12	2	+1	+1	-1	-1	17,23	15,42	15,64	3	+1	-1	+1	-1	6,55	5,89	11,26	4	+1	+1	+1	-1	8,49	10,91	8,79	5	+1	-1	-1	+1	2,16	19,84	22,39	6	+1	+1	-1	+1	32,14	27,59	28,16	7	+1	-1	+1	+1	6,85	7,20	9,64	8	+1	+1	+1	+1	27,19	23,56	23,04	<ol style="list-style-type: none"> 1. 4 2. 3 3. 8 4. 24
Номер опыта	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃																																																																			
1	+1	-1	-1	-1	7,87	7,47	11,12																																																																			
2	+1	+1	-1	-1	17,23	15,42	15,64																																																																			
3	+1	-1	+1	-1	6,55	5,89	11,26																																																																			
4	+1	+1	+1	-1	8,49	10,91	8,79																																																																			
5	+1	-1	-1	+1	2,16	19,84	22,39																																																																			
6	+1	+1	-1	+1	32,14	27,59	28,16																																																																			
7	+1	-1	+1	+1	6,85	7,20	9,64																																																																			
8	+1	+1	+1	+1	27,19	23,56	23,04																																																																			

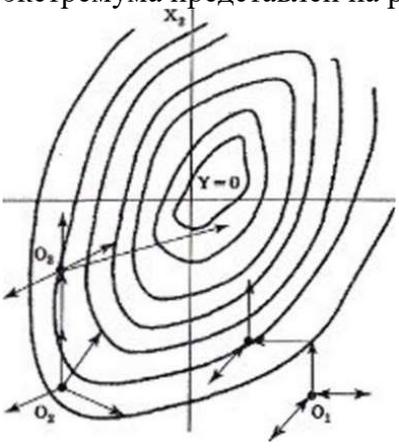
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
9.	Дайте определение понятию «синтез»	<p>1. Метод исследования, который включает в себя изучение предмета путем мысленного или практического расчленения его на составные элементы</p> <p>2. Научно обоснованное предположение о непосредственно не наблюдаемом факте либо о закономерном порядке, объясняющем известную совокупность явлений</p> <p>3. Метод исследования, который заключается в соединении различных элементов, сторон объекта в единое целое</p> <p>4. Те приемы и средства, с помощью которых получают достоверные сведения, используемые далее для построения научной теории и выработки практических рекомендаций.</p>
10.	Как формулируется свойство симметричности плана эксперимента относительно центра эксперимента?	<p>1. Сумма квадратов элементов каждого вектор-столбца равна нулю.</p> <p>2. Сумма элементов вектора-столбца для каждого фактора равна нулю.</p> <p>3. Сумма почленных произведений любых двух векторов-столбцов матрицы равна нулю.</p> <p>4. Сумма элементов вектора-столбца для каждого фактора равна числу опытов.</p>
11.	Дайте определение понятию «анализ»	<p>1. Метод исследования, который включает в себя изучение предмета путем мысленного или практического расчленения его на составные элементы</p> <p>2. Научно обоснованное предположение о непосредственно не наблюдаемом факте либо о закономерном порядке, объясняющем известную совокупность явлений</p> <p>3. Метод исследования, который заключается в соединении различных элементов, сторон объекта в единое целое</p> <p>4. Те приемы и средства, с помощью которых получают достоверные сведения, используемые далее для построения научной теории и выработки практических рекомендаций.</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
12.	 <p>На сетевом графике выполнения этапа информационного поиска и составления методики исследования участок в1 отражает:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Начало исследования 2. Составление методики 3. Информационный поиск 4. Постановку задачи исследования
13.	<p>Укажите правильное условие выбора звездных точек для построения ортогонально центрально-композиционного плана эксперимента</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Должны выполняться условия ортогональности, симметрии и нормировки 2. Должны выполняться условия ортогональности и нормировки, а условия симметрии могут не выполняться 3. Должны выполняться условия симметрии и ортогональности 4. Должно выполняться только условие симметрии
14.	<p>Коэффициент корреляции вычисляется в соответствии с выражением:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $r_{yx} = \frac{k_{yx}}{\sigma_x + \sigma_y}$ 2. $r_{yx} = \frac{k_{yx}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$ 3. $r_{yx} = \frac{k_{yx}}{\sigma_x - \sigma_y}$ 4. $r_{yx} = \frac{k_{yx}}{(\sigma_x \cdot \sigma_y)^2}$
15.	<p>На рисунке представлен ортогональный центрально-композиционный план ОЦКП для двух факторов. Укажите, какие точки относятся к ядру плана</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Точки 5, 6, 7, 8, 9 2. Точки 1, 2, 3, 4 3. Точки 6, 7, 8, 9 4. Точка 5

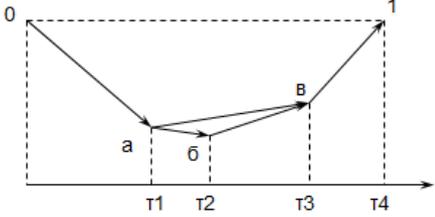
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
16.	Какие значения может принимать дисперсия адекватности?	1. только отрицательные 2. любые 3. только положительные 4. положительные, отрицательные и 0
17.	На рисунке представлено корреляционное поле точек, отражающее зависимость между двумя параметрами процесса. Анализируя полученные графики, укажите правильное соотношение коэффициентов корреляции: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>R1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>R2</p> </div> </div>	1. $R_1 < 0, R_2 > 0$. 2. $R_1 < 0, R_2 < 0$. 3. $R_1 > 0, R_2 < 0$. 4. $R_1 = R_2$
18.	Объекты, которые ранее не существовали в природе, но созданы человеком для удовлетворения его определенных потребностей – это	1. Роботы 2. Техника 3. Технологии 4. Агрегаты
19.	Чему равен коэффициент корреляции, если $SSf = 2$, $SSr = 4$, $\sigma_x = 4$, $\sigma_y = 6$, $k_{yx} = 12$?	1. 0,5 2. 6 3. 1,5 4. 0,33
20.	Какой из указанных планов эксперимента является дробной репликой плана ПФЭ 2^3	1. ДФЭ 2^{3-1} 2. ДФЭ 2^{4-1} 3. ДФЭ 2^{5-1} 4. ДФЭ 2^{2+1}

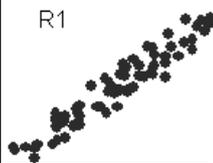
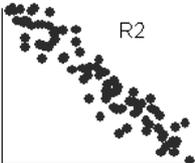
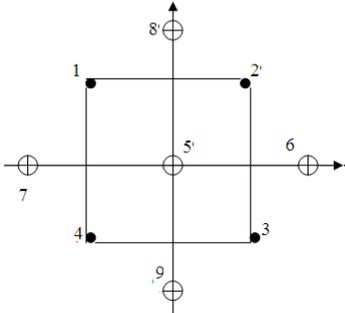
Вариант 3.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Совокупность приемов или операций практического или теоретического освоения действительности, подчиненных решению конкретной задачи – это	1. Практика 2. Концепция 3. Метод 4. Научная теория

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
2.	Исходным, обязательным документом для проведения научно-технического исследования является	1. Отчет о проведении научно-технического исследования 2. План научно-технического исследования 3. Техническое задание на выполнение научно-технического исследования 4. Методика научно-технического исследования
3.	Коэффициент корреляции вычисляется в соответствии с выражением:	1. $r_{yx} = \frac{k_{yx}}{\sigma_x + \sigma_y}$ 2. $r_{yx} = \frac{k_{yx}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$ 3. $r_{yx} = \frac{k_{yx}}{\sigma_x - \sigma_y}$ 4. $r_{yx} = \frac{k_{yx}}{(\sigma_x \cdot \sigma_y)^2}$
4.	Какие значения может принимать дисперсия адекватности?	1. только отрицательные 2. любые 3. только положительные 4. положительные, отрицательные и 0
5.	Укажите, какой из видов поиска экстремума представлен на рисунке: 	1. Метод Гаусса-Зейделя 2. Метод крутого восхождения 3. Симплекс-метод 4. Случайная стратегия поиска экстремума
6.	На каком этапе научно-технического исследования указывается, какие величины в процессе эксперимента должны иметь постоянные значения, а какие будут изменяться, устанавливаются диапазоны изменения переменных и т.д.?	1. Внедрения законченных разработок в промышленность 2. Подготовки и проведения экспериментальной части исследования 3. Обработки данных эксперимента 4. Предварительной разработки исследования

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа																																																																								
1	2	3																																																																								
7.	<p>Дайте определение понятию «синтез»</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод исследования, который включает в себя изучение предмета путем мысленного или практического расчленения его на составные элементы 2. Научно обоснованное предположение о непосредственно не наблюдаемом факте либо о закономерном порядке, объясняющем известную совокупность явлений 3. Метод исследования, который заключается в соединении различных элементов, сторон объекта в единое целое 4. Те приемы и средства, с помощью которых получают достоверные сведения, используемые далее для построения научной теории и выработки практических рекомендаций. 																																																																								
8.	<p>На каком этапе научно-технического исследования реализуется проект экспериментальной установки?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внедрения законченных разработок в промышленность 2. Подготовки и проведения экспериментальной части исследования 3. Обработки данных эксперимента 4. Нет правильного варианта 																																																																								
9.	<p>Как формулируется свойство симметричности плана эксперимента относительно центра эксперимента?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сумма квадратов элементов каждого вектор-столбца равна нулю. 2. Сумма элементов вектора-столбца для каждого фактора равна нулю. 3. Сумма почленных произведений любых двух векторов-столбцов матрицы равна нулю. 4. Сумма элементов вектора-столбца для каждого фактора равна числу опытов. 																																																																								
10.	<p>На рисунке представлены результаты эксперимента.</p> <table border="1" data-bbox="327 1563 815 1877"> <thead> <tr> <th>Номер опыта</th> <th>x_0</th> <th>x_1</th> <th>x_2</th> <th>x_3</th> <th>Y_1</th> <th>Y_2</th> <th>Y_3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>7,87</td><td>7,47</td><td>11,12</td></tr> <tr><td>2</td><td>+1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>17,23</td><td>15,42</td><td>15,64</td></tr> <tr><td>3</td><td>+1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>6,55</td><td>5,89</td><td>11,26</td></tr> <tr><td>4</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>8,49</td><td>10,91</td><td>8,79</td></tr> <tr><td>5</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>2,16</td><td>19,84</td><td>22,39</td></tr> <tr><td>6</td><td>+1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>32,14</td><td>27,59</td><td>28,16</td></tr> <tr><td>7</td><td>+1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>6,85</td><td>7,20</td><td>9,64</td></tr> <tr><td>8</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>27,19</td><td>23,56</td><td>23,04</td></tr> </tbody> </table> <p>Уточните количество повторений каждого опыта.</p>	Номер опыта	x_0	x_1	x_2	x_3	Y_1	Y_2	Y_3	1	+1	-1	-1	-1	7,87	7,47	11,12	2	+1	+1	-1	-1	17,23	15,42	15,64	3	+1	-1	+1	-1	6,55	5,89	11,26	4	+1	+1	+1	-1	8,49	10,91	8,79	5	+1	-1	-1	+1	2,16	19,84	22,39	6	+1	+1	-1	+1	32,14	27,59	28,16	7	+1	-1	+1	+1	6,85	7,20	9,64	8	+1	+1	+1	+1	27,19	23,56	23,04	<ol style="list-style-type: none"> 1. 4 2. 3 3. 8 4. 24
Номер опыта	x_0	x_1	x_2	x_3	Y_1	Y_2	Y_3																																																																			
1	+1	-1	-1	-1	7,87	7,47	11,12																																																																			
2	+1	+1	-1	-1	17,23	15,42	15,64																																																																			
3	+1	-1	+1	-1	6,55	5,89	11,26																																																																			
4	+1	+1	+1	-1	8,49	10,91	8,79																																																																			
5	+1	-1	-1	+1	2,16	19,84	22,39																																																																			
6	+1	+1	-1	+1	32,14	27,59	28,16																																																																			
7	+1	-1	+1	+1	6,85	7,20	9,64																																																																			
8	+1	+1	+1	+1	27,19	23,56	23,04																																																																			

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
11.	Чему равен коэффициент корреляции, если $SSf = 2$, $SSr = 4$, $\sigma_x = 4$, $\sigma_y = 6$, $k_{yx} = 12$?	1. 0,5 2. 6 3. 1,5 4. 0,33
12.	Какой из указанных планов эксперимента является дробной репликой плана ПФЭ 2^3 ?	1. ДФЭ 2^{3-1} 2. ДФЭ 2^{4-1} 3. ДФЭ 2^{5-1} 4. ДФЭ 2^{2+1}
13.	 <p>На сетевом графике выполнения этапа информационного поиска и составления методики исследования участок в1 отражает:</p>	1. Начало исследования 2. Составление методики 3. Информационный поиск 4. Постановку задачи исследования
14.	Объекты, которые ранее не существовали в природе, но созданы человеком для удовлетворения его определенных потребностей – это	1. Роботы 2. Техника 3. Технологии 4. Агрегаты
15.	По степени новизны научно-технические исследования подразделяются на:	1. новую технику и технику текущего уровня 2. принципиально новую технику и новую технику 3. принципиально новую технику, новую технику, технику текущего уровня и морально устаревшую технику 4. принципиально новую технику, новую технику и технику текущего уровня
16.	Дайте определение понятию «анализ»	1. Метод исследования, который включает в себя изучение предмета путем мысленного или практического расчленения его на составные элементы 2. Научно обоснованное предположение о непосредственно не наблюдаемом факте либо о закономерном порядке, объясняющем известную совокупность явлений 3. Метод исследования, который заключается в соединении различных элементов, сторон объекта в единое целое 4. Те приемы и средства, с помощью которых получают достоверные сведения, используемые далее для построения научной теории и выработки практических рекомендаций.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
17.	Укажите правильное условие выбора звездных точек для построения ортогонально центрально-композиционного плана эксперимента	<ol style="list-style-type: none"> 1. Должны выполняться условия ортогональности, симметрии и нормировки 2. Должны выполняться условия ортогональности и нормировки, а условия симметрии могут не выполняться 3. Должны выполняться условия симметрии и ортогональности 4. Должно выполняться только условие симметрии
18.	<p>На рисунке представлено корреляционное поле точек, отражающее зависимость между двумя параметрами процесса.</p> <p>Анализируя полученные графики, укажите правильное соотношение коэффициентов корреляции:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>R1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>R2</p> </div> </div>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $R_1 < 0, R_2 > 0$. 2. $R_1 < 0, R_2 < 0$. 3. $R_1 > 0, R_2 < 0$. 4. $R_1 = R_2$
19.	<p>На рисунке представлен ортогональный центрально-композиционный план ОЦКП для двух факторов. Укажите, какие точки относятся к ядру плана</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Точки 5, 6, 7, 8, 9 2. Точки 1, 2, 3, 4 3. Точки 6, 7, 8, 9 4. Точка 5
20.	Этап «Обработка данных эксперимента, анализ и обобщение результатов» заканчивается	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внедрением законченных разработок в промышленность 2. Разработкой физической модели объекта исследования 3. Описанием принципа действия объекта исследования 4. Формулированием новых фактов и законов, теоретических и практических выводов, объяснений и научных предсказаний.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

Студент выполняет курсовой проект в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовой проект в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовой проект с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовой проект с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовой проект полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Васильева Н.В., Федорова Э.Р., Бойков А.В. Планирование эксперимента. Учебное пособие. СПб, Санкт-Петербургский горный университет, 2021. 75 с.
2. Васильева Н.В. Планирование эксперимента. Методические указания к практическим работам. СПб, Санкт-Петербургский горный университет, 2018. 50 с.
3. Горелов, С.В. Основы научных исследований: учебное пособие / С.В. Горелов, В.П. Горелов, Е.А. Григорьев; под ред. В.П. Горелова. - 2-е изд., стер. - Москва; Берлин : Директ-Медиа, 2016

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=443846

4. Компьютерное моделирование: учебник / В.М. Градов, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин, И.В. Рудаков — М. : КУРС : ИНФРА-М, 2018. — 264 с.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=911733>

5. Планирование научного эксперимента: Учебник / В.А.Волосухин, А.И.Тищенко, 2-е изд.- М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016

<http://znanium.com/bookread2.php?book=516516>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Ахназарова, Светлана Лазаревна. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии : учеб. пособие для вузов / С.Л. Ахназарова, В.В. Кафаров. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. Высшая школа, 1985

2. Методы оптимальных решений: Учебник / Мастяева И.Н., Горемыкина Г.И., Семенихина О.Н. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 384 с.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=944821>

3. Сафин, Р.Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента: учебное пособие / Р.Г. Сафин, Н.Ф. Тимербаев, А.И. Иванов ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профес-

сионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2013

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=270277

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Планирование эксперимента» приведены на Портале информационно-образовательных ресурсов Горного университета по адресу:

http://ior.spmi.ru/system/files/pr/pr_1541660505.pdf

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. «Академический кабинет»: <http://www.netcabinet.ru>
2. Библиотека Гумер — гуманитарные науки: <http://www.gumer.info>
3. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
4. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации ООО «ГЕОИНФОРММАРК»: <http://www.geoinform.ru>
5. Информационно-аналитический центр «Минерал»: <http://www.mineral.ru/>
6. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система: www.consultant.ru
7. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
8. Научная электронная библиотека «Scopus»: <https://www.scopus.com>
9. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
10. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru>
11. Научно-техническая библиотека SciTechLibrary: <http://www.sciteclibrary.ru>
12. Поисковые системы: Yandex, Rambler, Yahoo и др.
13. Портал «Гуманитарное образование»: <http://www.humanities.edu.ru>
14. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник: www.garant.ru
15. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов»: <http://school-collection.edu.ru>
16. Федеральный портал «Российское образование»: <http://www.edu.ru>
17. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru>
18. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
19. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопт»»: <http://rucont.ru/>
20. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>
21. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: www.biblio-online.ru
22. «Энциклопедии и словари»: <http://enc-dic.com>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа и практических (семинарских) занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

В учебном процессе используется комплект демонстрационных стендовых материалов по темам курса.

8.1.1. Аудитории для проведения лекционных занятий

128 посадочных мест

Оснащенность: Стол письменный – 65 шт., стул аудиторный – 128 шт., кресло аудиторное – 1 шт., трибуна – 1 шт., трибуна настольная – 1 шт., доска настенная – 2 шт., компьютер 400G1,

N9E88ES – 1 шт., монитор PROLITE TF1734MC-B1X – 1 шт., экран SCM-4308 – 1 шт., проектор XEED WUX6010 – 1 шт., система акустическая Sound SM52T-WH – 8 шт., плакат – 9 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, Microsoft Open License, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

60 посадочных мест

Стол письменный – 31 шт., стул аудиторный – 60 шт., кресло аудиторное – 1 шт., трибуна настольная – 1 шт., доска напольная мобильная – 1 шт., ноутбук 90NBOAO2-VQ1400 – 1 шт., проектор XEED WUX450ST – 1 шт., экран SCV-16904 Champion – 1 шт., плакат – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО)

8.1.2. Аудитории для проведения практических (семинарских) занятий

32 посадочных места

Стол письменный – 17 шт., стул аудиторный – 32 шт., кресло аудиторное – 1 шт., трибуна настольная – 1 шт., доска настенная – 1 шт., плакат – 6 шт.

Перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Sea Monkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), do PDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), Xn View (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

30 посадочных мест

Стол письменный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., кресло аудиторное – 1 шт., трибуна настольная – 1 шт., доска настенная – 1 шт., плакаты – 5 шт.

Перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Sea Monkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), do PDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно

распространяемое ПО), Xn View (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

28 посадочных мест

Стол письменный – 15 шт., стул аудиторный – 28 шт., кресло аудиторное – 1 шт., трибуна настольная – 1 шт., доска настенная – 1 шт., плакат – 5 шт.

Перекаточная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Sea Monkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), do PDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), Xn View (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

8.2. Помещения для самостоятельной работы

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) - 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) - 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) - 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 - 17 шт., плакат - 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

4. Читальные залы:

Оснащенность: компьютерное кресло 7875 A2S – 35 шт., стол компьютерный – 11 шт., моноблок Lenovo 20 HD - 16 шт., доска настенная белая - 1 шт., монитор ЖК Philips - 1 шт., монитор HP L1530 15ftt - 1 шт., сканер Epson Perf.3490 Photo - 2 шт., системный блок HP6000 – 2 шт.; стеллаж открытый - 18 шт., микрофон Д-880 с 071с.ч. - 2 шт., книжный шкаф - 15 шт., парта - 36 шт., стул - 40 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС); MARK-SQL, Ирбис, доступ в Интернет; Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office 2007 Professional Plus; Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

5. Читальный зал:

Оснащенность: аппарат Xerox W. Centre 5230- 1 шт., сканер K. Filem - 1 шт., копировальный аппарат - 1 шт., кресло – 521AF-1 шт., монитор ЖК HP22 - 1 шт., монитор ЖК S.17 - 11 шт., принтер HP L/Jet - 1 шт., системный блок HP6000 Pro - 1 шт., системный блок Ramec S. E4300 – 10 шт., сканер Epson V350 - 5 шт., сканер Epson 3490 - 5 шт., стол 160×80×72 - 1 шт., стул 525 BFH030 - 12 шт., шкаф каталожный - 20 шт., стул «Кодоба» -22 шт., стол 80×55×72 - 10 шт.

6. Читальный зал:

Оснащенность: книжный шкаф 1000×3300×400-17 шт., стол, 400×180 Титаник «Рисо» - 1 шт., стол письменный с тумбой – 37 шт., кресло «Cannes» черное - 42 шт., кресло (кремовое) – 37 шт., телевизор 3DTV Samsung UE85S9AT - 1 шт., Монитор Benq 24 - 18 шт., цифровой ИК-трансивер TAIDEN - 1 шт., пульт для презентаций R700-1 шт., моноблок Lenovo 20 HD - 19 шт., сканер Xerox 7600 - 4шт. Перечень лицензионного программного обеспечения: Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС); MARK-SQL, Ирбис, доступ в Интернет; Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office 2007 Professional Plus; Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 4 шт., сетевой накопитель - 1 шт., источник бесперебойного питания - 2 шт., телевизор плазменный Panasonic - 1 шт., точка Wi-Fi - 1 шт., паяльная станция - 2 шт., дрель - 5 шт., перфоратор - 3 шт., набор инструмента - 4 шт., тестер компьютерной сети - 3 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., паста теплопроводная - 1 шт., пылесос - 1 шт., радиостанция - 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках - 1 шт., подставка на колесиках - 1 шт., шкаф - 5 шт., кресло - 2 шт., лестница Alve - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2010 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky

Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол - 5 шт., стул - 2 шт., кресло - 2 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 2 шт., МФУ - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., шуруповерт - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows XP Professional, Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол - 2 шт., стул - 4 шт., кресло - 1 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 - 1 шт., колонки Logitech - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., дрель - 1 шт., телефон - 1 шт., набор ручных инструментов - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 7 Professional.
2. Microsoft Windows 8 Professional.
3. Microsoft Office 2007 Professional Plus.