

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

Руководитель ОПОП ВО
профессор Т.Н. Александрова

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Уровень высшего образования:	Специалитет
Специальность:	21.05.04 «Горное дело»
Направленность (профиль):	«Обогащение полезных ископаемых»
Квалификация выпускника:	Горный инженер (специалист)
Форма обучения:	очная
Составитель:	доц. Николаева Н.В.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Основы научных исследований» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО специалитет по специальности 21.05.04 «Горное дело», утвержденного приказом Минобрнауки России № 987 от 12 августа 2020 года
- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.04 «Горное дело» направленность (профиль) «Обогащение полезных ископаемых».

Составитель _____ к.т.н., доцент Николаева Н.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры обогащения полезных ископаемых от 02.02.2021 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., профессор Александрова Т.Н.

Рабочая программа согласована:

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

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса _____ Романчиков А.Ю.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины - формирование у студентов устойчивых профессиональных знаний, умений и навыков в области научных исследований для разработки новых эффективных технологических машин и оборудования, получение достоверной информации о техническом состоянии таких машин, их испытания и внедрения.

Основные задачи дисциплины:

- формирование представлений о современных методах проведения научных исследований, методах прикладной математической статистики, математическому планированию экспериментов, алгоритмам обработки экспериментальных данных;
- изучение основных методов планирования, проведения экспериментальных научных исследований, методов обработки результатов, оформления отчетов, использования литературных источников;
- овладение современными средствами научных исследований, математическими пакетами специализированных и проблемно-ориентированных программ для планирования, постановки экспериментов, обработки и анализа результатов;
- овладение горной и обогащательной терминологией; навыками составления и отлаживания программ обработки данных, использования базы данных для накопления и переработки производственной, научно-исследовательской и научно-технической информации в области обогащения полезных ископаемых.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы научных исследований» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по специальности 21.05.04 «Горное дело» и изучается в 6 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы научных исследований» являются «Физика», «Высшая математика», «Химия» и др.

Дисциплина «Основы научных исследований» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Опробование минерального сырья», «Исследование руд на обогатимость» и ряда специальных дисциплин, в которых рассматриваются процессы и аппараты, специфичные для данного направления подготовки.

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

Процесс изучения дисциплины «Основы научных исследований» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов	ОПК-18	ОПК-18.1 Знать структуру объектов профессиональной деятельности; методы и средства проведения исследований объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов; методологию проведения научных исследований; основы составления отчетов по проведенным исследованиям. ОПК-18.2 Уметь выполнять исследования в сфере своей профессиональной деятельности; производить математическую обработку полученных ре-

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		<p>зультатов исследования; интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты по проведенному исследованию.</p> <p>ОПК-18.3 Владеть методами математической статистики для обработки и анализа результатов эксперимента в сфере своей профессиональной деятельности; навыками обработки результатов исследований, составления и защиты отчетов; приборной базой для проведения исследований в сфере своей профессиональной деятельности.</p>
Способен изучать, анализировать и применять научно-техническую информацию для выполнения научно-исследовательской работы в соответствии с объектами профессиональной деятельности	ПКС-1	<p>ПКС-1.1 Знать основные понятия, категории и инструменты научных исследований; организацию научной работы, патентного и библиографического поиска, мировых баз данных реферативной и аналитической информации о научных исследованиях.</p> <p>ПКС-1.2 Знать методологию научного исследования; основы написания научной работы в соответствии с объектами профессиональной деятельности.</p> <p>ПКС-1.3 Уметь работать с нормативными документами, справочной литературой, проектной документацией в соответствии с объектами профессиональной деятельности; оформлять ссылки / сноски и библиографический список в соответствии с требованиями и правилами составления.</p> <p>ПКС-1.4 Владеть навыками обобщения результатов отечественных и зарубежных исследований по актуальным проблемам в соответствии с выбранным объектом профессиональной деятельности.</p>
Способен выполнять научно-исследовательскую работу, анализировать, обрабатывать, обобщать и защищать полученные результаты	ПКС-2	<p>ПКС-2.1 Знать специализированные программные продукты, приборы и оборудование для решения исследовательских задач.</p> <p>ПКС-2.2 Уметь обрабатывать данные, полученные в результате научно-исследовательской работы; применять математические модели объектов профессиональной деятельности.</p> <p>ПКС-2.3 Владеть навыками анализа, обобщения, систематизации и интерпретации данных, полученных в результате научно-исследовательской работы, для их защиты в рамках выпускной квалификационной работы (проекта).</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 2 зачётные единицы, 72 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		6
Аудиторная работа, в том числе:	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	4	4
Подготовка к лекциям	4	4
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э (36)	Э (36)
Общая трудоемкость дисциплины		
ак. час.	72	72
зач. ед.	2	2

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. Использование критериев Фишера, Стьюдента и дисперсионного анализа при выявлении расхождения сравниваемых выборок случайных величин и обоснования возможности их объединения. Разделение смешанных выборок.	48	6	6	-	2
Раздел 2. Активные многофакторные эксперименты при решении технологических задач	44	6	6	-	-
Раздел 3. Сглаживание стохастических зависимостей. Корреляционный и регрессионный анализы	16	4	4	-	2
Итого:	36	16	16	-	4

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Использование критериев Фишера, Стьюдента и дисперсионного анализа при выяв-	Проверка «нулевой» гипотезы о принадлежности двух выборок одной генеральной совокупности. Однофакторный и многофакторный дисперсионные анализы как общие методы проверки расхождения между средними при большом количестве выборок. Кластерный анализ и метод подбора закона распре-	6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
	лении расхожде-ния сравниваемых выборок случайных величин и обоснования возможности их объединения. Разделение смешанных выборок.	деления в ограниченном диапазоне данных для раз-деления смешанных выборок.	
2	Активные много-факторные экспе-рименты при реше-нии технологиче-ских задач	Статистическое планирование активного однофакторного эксперимента. Планирование активного двухфакторного эксперимента. Ортогональное планирование активного эксперимента для линейной модели с количеством факторов больше двух и возможность сокращения числа основных опытов за счет использования реплик различной дробности. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Нелинейное планирование активного эксперимента для получения моделей многофакторных зависимостей второго порядка и поиска экстремальных значений функции отклика.	6
3	Сглаживание сто-хастических зави-симостей. Корре-ляционный и ре-грессионный ана-лизы	Сглаживание стохастических экспериментальных зависимостей по методу наименьших квадратов для случая однофакторной линейной регрессии. Коэф-фициент детерминации и его использование для оценки точности и адекватности однофакторной мо-дели линейной регрессии. Матричные способы определения коэффициентов уравнений многофак-торных регрессий, представляемых полиномами $n - й$ степени. Оценка точности и адекватности много-факторной регрессионной модели линейного и не-линейного (степенного) видов. Осуществление про-гноза по разработанным регрессионным моделям и выявление аномальных исходных данных.	4
Итого:			16

4.2.3. Практические занятия

№	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	1	Прикладная математическая статистика	4
2	1	Методы оптимизации в научных исследованиях	2
3	2	Математическое планирование экспериментов	4
4	2	Изучение симплекс-метода оптимизации	2
5	3	Дисперсионный анализ	2
6	3	Аппроксимация экспериментальных данных	2
Итого:			16

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

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. Цели 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, накануне экзамена) является 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 (проектов).

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.

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

6.1. *Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости*

6.1.1. *Оценочные средства для текущего контроля успеваемости*

Раздел 1. Использование критериев Фишера, Стьюдента и дисперсионного анализа при выявлении расхождения сравниваемых выборок случайных величин и обоснования возможности их объединения. Разделение смешанных выборок.

1. В чем сущность критерия Фишера для выявления различия между статистическими выборками с одинаковыми средними?

2. В каких случаях целесообразно использовать критерий Кохрана для сравнения статистических выборок?

3. Как используются таблицы Фишера для оценки расхождения между статистическими выборками?

4. Каким образом используется критерий Пирсона для разделения выборки на статистически независимые группы?

5. Каким образом принцип разделения смешанных выборок на статистически независимые группы может быть использован при определении нормативных значений технологических параметров?

Раздел 2. Активные многофакторные эксперименты при решении технологических задач.

1. Перечислите основные задачи, которые решаются с помощью активного эксперимента?

2. Дайте определение понятиям «целевая функция» и «фактор».

3. Назовите последовательность проведения активного эксперимента.
4. Дайте характеристику полнофакторного активного эксперимента?
5. Каким образом исключаются грубые ошибки наблюдений?

Раздел 3. Сглаживание стохастических зависимостей. Корреляционный и регрессионный анализы.

1. В чем заключается идея корреляционного анализа?
2. Расскажите о регрессионном анализе.
3. В чем заключается идея метода наименьших квадратов?
4. Расскажите о методе оценки точности и адекватности полиномиальных регрессионных моделей.
5. В чем заключается сущность методики прогноза по разработанным регрессионным моделям?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену «Основы научных исследований»:

1. Что называется случайной величиной?
2. Приведите примеры дискретных и непрерывных случайных величин.
3. Объясните физический смысл интегрального и дифференциального законов распределения.
4. Какие виды законов распределения вы знаете?
5. Как влияет форма кривой (асимметричность) на величину и знак коэффициента асимметрии S_k ?
6. Как влияет на «крутость» кривой распределения величина и знак показателя эксцесса E_x ?
7. Как можно интерпретировать полученное уравнение теоретической линии регрессии?
8. В каких случаях можно говорить о наличии корреляционной зависимости?
9. Каков диапазон изменения коэффициента корреляции?
10. Каково значение знака при коэффициенте корреляции?
11. Каково значение величины коэффициента корреляции?
12. Каково максимальное значение коэффициента корреляции?
13. Что характеризует знак при коэффициенте корреляции?
14. Какова связь коэффициента корреляции с коэффициентом регрессии?
15. Какие вы знаете способы поиска экстремума для недифференцируемых функций?
16. В чём суть градиентного метода?
17. Охарактеризуйте методы покоординатного спуска и наискорейшего спуска.
18. В чем суть метода «проб и ошибок»?
19. Каковы особенности математического планирования экспериментов?
20. Что такое критерий оптимизации, факторы?
21. Какие критерии оптимизации вам известны?
22. Поверхность отклика и ее разновидности.
23. Какие ограничения следует учитывать при выборе экспериментальной области факторного пространства?
24. Выбор нулевого уровня и интервалов варьирования. Кодирование значения.
25. Каковы правила построения матриц ПФЭ?
26. Свойства матриц ПФЭ.
27. Формулы для нахождения коэффициентов в уравнениях регрессии.
28. Что такое матрица планирования эксперимента?
29. В чем различие полного и дробного факторного экспериментов?

30. Каков физический смысл коэффициентов в регрессионной модели, получаемой методами математического планирования эксперимента?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант №1

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Индуктивный метод исследования-	<ol style="list-style-type: none"> 1. По результатам единичных наблюдений делаются общие выводы, на основании которых делается вывод о связях и свойствах неизвестных объектов. 2. Основан на выводе частных положений из общих правил, законов, суждений и т.д. 3. Сходство по какому-то признаку в целом различных объектов. 4. Метод научного исследования, при котором изучение свойств объектов проводится на упрощенной модели объекта.
2.	Дедуктивный метод-	<ol style="list-style-type: none"> 1. По результатам единичных наблюдений делаются общие выводы, на основании которых делается вывод о связях и свойствах неизвестных объектов. 2. Основан на выводе частных положений из общих правил, законов, суждений и т.д. 3. Сходство по какому-то признаку в целом различных объектов. 4. Метод научного исследования, при котором изучение свойств объектов проводится на упрощенной модели объекта.
3.	Подобие -	<ol style="list-style-type: none"> 1. По результатам единичных наблюдений делаются общие выводы, на основании которых делается вывод о связях и свойствах неизвестных объектов. 2. Основан на выводе частных положений из общих правил, законов, суждений и т.д. 3. Сходство по какому-то признаку в целом различных объектов. 4. Метод научного исследования, при котором изучение свойств объектов проводится на упрощенной модели объекта.
4.	Моделирование -	<ol style="list-style-type: none"> 1. По результатам единичных наблюдений делаются общие выводы, на основании которых делается вывод о связях и свойствах неизвестных объектов. 2. Основан на выводе частных положений из общих правил, законов, суждений и т.д. 3. Сходство по какому-то признаку в целом различных объектов. 4. Метод научного исследования, при котором изучение свойств объектов проводится на упрощенной модели объекта.
5.	Пассивный эксперимент:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Исследователь не влияет на ход эксперимента. 2. Исследователь вмешивается в ход эксперимента. 3. Эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания уровней факторов. 4. Метод исследования некоторого явления.
6.	Активный эксперимент:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Исследователь не влияет на ход эксперимента. 2. Исследователь вмешивается в ход эксперимента.

№	Вопросы	Варианты ответов
		3. Эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания уровней факторов. 4. Метод исследования некоторого явления.
7.	Полный факторный эксперимент:	1. Исследователь не влияет на ход эксперимента. 2. Исследователь вмешивается в ход эксперимента. 3. Эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания уровней факторов. 4. Метод исследования некоторого явления.
8.	Что такое анализ?	1. Сфера человеческой деятельности, функцией которой является выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности. 2. Творческая деятельность, направленная на получение, освоение, переработку и систематизацию новых научных знаний. 3. Метод научного познания, заключающийся в том, что объект исследования мысленно расчленяется на более мелкие подобъекты для отдельного изучения. 4. Метод научного познания объекта как единого целого или присущих ему свойств.
9.	Что такое синтез?	1. Сфера человеческой деятельности, функцией которой является выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности. 2. Творческая деятельность, направленная на получение, освоение, переработку и систематизацию новых научных знаний. 3. Метод научного познания, заключающийся в том, что объект исследования мысленно расчленяется на более мелкие подобъекты для отдельного изучения. 4. Метод научного познания объекта как единого целого или присущих ему свойств.
10.	Что такое наука?	1. Сфера человеческой деятельности, функцией которой является выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности. 2. Творческая деятельность, направленная на получение, освоение, переработку и систематизацию новых научных знаний. 3. Метод научного познания, заключающийся в том, что объект исследования мысленно расчленяется на более мелкие подобъекты для отдельного изучения. 4. Метод научного познания объекта как единого целого или присущих ему свойств.
11.	Что такое научная деятельность?	1. Сфера человеческой деятельности, функцией которой является выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности. 2. Творческая деятельность, направленная на получение, освоение, переработку и систематизацию новых научных знаний. 3. Метод научного познания, заключающийся в том, что объект исследования мысленно расчленяется на более мелкие подобъекты для отдельного изучения. 4. Метод научного познания объекта как единого цело-

№	Вопросы	Варианты ответов
		го или присущих ему свойств.
12.	Планирование отсеивающего эксперимента	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выделение из всей совокупности факторов группы существенных факторов, подлежащих дальнейшему детальному изучению. 2. Составление планов для объектов с качественными факторами. 3. Получение регрессионных моделей (полиномиальные и иные). 4. Экспериментальная оптимизация объекта исследования.
13.	Планирование эксперимента для дисперсионного анализа	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выделение из всей совокупности факторов группы существенных факторов, подлежащих дальнейшему детальному изучению. 2. Составление планов для объектов с качественными факторами. 3. Получение регрессионных моделей (полиномиальные и иные). 4. Экспериментальная оптимизация объекта исследования.
14.	Планирование регрессионного эксперимента	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выделение из всей совокупности факторов группы существенных факторов, подлежащих дальнейшему детальному изучению. 2. Составление планов для объектов с качественными факторами. 3. Получение регрессионных моделей (полиномиальные и иные). 4. Экспериментальная оптимизация объекта исследования.
15.	Планирование экстремального эксперимента	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выделение из всей совокупности факторов группы существенных факторов, подлежащих дальнейшему детальному изучению. 2. Составление планов для объектов с качественными факторами. 3. Получение регрессионных моделей (полиномиальные и иные). 4. Экспериментальная оптимизация объекта исследования.
16.	Корреляционная зависимость - это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зависимость, при которой случайному аргументу соответствует случайное значение функции. 2. Безразмерная комбинация, которая составлена из физических величин, описывающих процессы в исследуемых объектах. 3. Величина, которая при реализации определенного комплекса условий может принимать то или иное значение, но какое именно - неизвестно. 4. Величина, которая может принимать конечное или бесконечное счетное множество значений и которая может быть определенным образом пронумерована.
17.	Критерий подобия - это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зависимость, при которой случайному аргументу соответствует случайное значение функции. 2. Безразмерная комбинация, которая составлена из фи-

№	Вопросы	Варианты ответов
		<p>зических величин, описывающих процессы в исследуемых объектах.</p> <p>3. Величина, которая при реализации определенного комплекса условий может принимать то или иное значение, но какое именно - неизвестно.</p> <p>4. Величина, которая может принимать конечное или бесконечное счетное множество значений и которая может быть определенным образом пронумерована.</p>
18.	Случайная величина – это	<p>1. Зависимость, при которой случайному аргументу соответствует случайное значение функции.</p> <p>2. Безразмерная комбинация, которая составлена из физических величин, описывающих процессы в исследуемых объектах.</p> <p>3. Величина, которая при реализации определенного комплекса условий может принимать то или иное значение, но какое именно - неизвестно.</p> <p>4. Величина, которая может принимать конечное или бесконечное счетное множество значений и которая может быть определенным образом пронумерована.</p>
19.	Дискретная случайная величина – это	<p>1. Зависимость, при которой случайному аргументу соответствует случайное значение функции.</p> <p>2. Безразмерная комбинация, которая составлена из физических величин, описывающих процессы в исследуемых объектах.</p> <p>3. Величина, которая при реализации определенного комплекса условий может принимать то или иное значение, но какое именно - неизвестно.</p> <p>4. Величина, которая может принимать конечное или бесконечное счетное множество значений и которая может быть определенным образом пронумерована.</p>
20.	Непрерывная случайная величина – это	<p>1. Величина, которая может принимать бесконечное несчетное множество значений в заданных интервалах.</p> <p>2. Безразмерная комбинация, которая составлена из физических величин, описывающих процессы в исследуемых объектах.</p> <p>3. Величина, которая при реализации определенного комплекса условий может принимать то или иное значение, но какое именно - неизвестно.</p> <p>4. Величина, которая может принимать конечное или бесконечное счетное множество значений и которая может быть определенным образом пронумерована.</p>

Вариант №2

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Матрицы ПФЭ обладают свойством: симметричность относительно центра эксперимента. Это свойство формулируется как	<p>1. Алгебраическая сумма элементов вектор столбцов каждого вектора равна нулю.</p> <p>2. Сумма квадратов элементов каждого столбца равна числу опытов.</p> <p>3. Сумма почленных произведений любых двух вектор-столбцов матрицы равна нулю.</p> <p>4. Точки в матрице планирования выбраны таким образом, что точность предсказания значений критерия</p>

№	Вопросы	Варианты ответов
		оптимизации одинакова на равных расстояниях от центра эксперимента.
2.	Матрицы ПФЭ обладают свойством: нормированность. Это свойство формулируется как	<ol style="list-style-type: none"> 1. Алгебраическая сумма элементов вектор столбцов каждого вектора равна нулю. 2. Сумма квадратов элементов каждого столбца равна числу опытов. 3. Сумма почленных произведений любых двух вектор-столбцов матрицы равна нулю. 4. Точки в матрице планирования выбраны таким образом, что точность предсказания значений критерия оптимизации одинакова на равных расстояниях от центра эксперимента.
3.	Матрицы ПФЭ обладают свойством: ортогональность. Это свойство формулируется как:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Алгебраическая сумма элементов вектор столбцов каждого вектора равна нулю. 2. Сумма квадратов элементов каждого столбца равна числу опытов. 3. Сумма почленных произведений любых двух вектор-столбцов матрицы равна нулю. 4. Точки в матрице планирования выбраны таким образом, что точность предсказания значений критерия оптимизации одинакова на равных расстояниях от центра эксперимента.
4.	Матрицы ПФЭ обладают свойством: ротатабельность ортогональность. Это свойство формулируется как:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Алгебраическая сумма элементов вектор столбцов каждого вектора равна нулю. 2. Сумма квадратов элементов каждого столбца равна числу опытов. 3. Сумма почленных произведений любых двух вектор-столбцов матрицы равна нулю. 4. Точки в матрице планирования выбраны таким образом, что точность предсказания значений критерия оптимизации одинакова на равных расстояниях от центра эксперимента.
5.	Чему равна функция распределения на минус бесконечности?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0. 2. 1. 3. $F(x) = \int f(x)dx$ 4. 0,5.
6.	На плюс бесконечности функция распределения равна	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0. 2. 1. 3. $F(x) = \int f(x)dx$ 4. 0,5.
7.	Как связана функция распределения с плотностью вероятности?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0. 2. 1. 3. $F(x) = \int f(x)dx$ 4. 0,5.
8.	Интеграл в бесконечных пределах от плотности распределения равен	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0. 2. 1. 3. $F(x) = \int f(x)dx$ 4. 0,5.
9.	Генеральная совокупность – это	1. Конечное или бесконечное множество элементов, которые объединены между собой качественным или количественным аргументом.

№	Вопросы	Варианты ответов
		<p>2. Сумма произведений всех возможных значений случайной величины x_i на вероятности этих значений p_i.</p> <p>3. Отклонение случайной величины X от ее математического ожидания.</p> <p>4. Математическое ожидание s-ой степени соответствующей центрированной случайной величины.</p>
10.	Математическим ожиданием случайной величины называется	<p>1. Конечное или бесконечное множество элементов, которые объединены между собой качественным или количественным аргументом.</p> <p>2. Сумма произведений всех возможных значений случайной величины x_i на вероятности этих значений p_i.</p> <p>3. Отклонение случайной величины X от ее математического ожидания.</p> <p>4. Математическое ожидание s-ой степени соответствующей центрированной случайной величины.</p>
11.	Центрированной случайной величиной, соответствующей величине X называется	<p>1. Конечное или бесконечное множество элементов, которые объединены между собой качественным или количественным аргументом.</p> <p>2. Сумма произведений всех возможных значений случайной величины x_i на вероятности этих значений p_i.</p> <p>3. Отклонение случайной величины X от ее математического ожидания.</p> <p>4. Математическое ожидание s-ой степени соответствующей центрированной случайной величины.</p>
12.	Центральным моментом s -го порядка случайной величины X называется	<p>1. Конечное или бесконечное множество элементов, которые объединены между собой качественным или количественным аргументом.</p> <p>2. Сумма произведений всех возможных значений случайной величины x_i на вероятности этих значений p_i.</p> <p>3. Отклонение случайной величины X от ее математического ожидания.</p> <p>4. Математическое ожидание s-ой степени соответствующей центрированной случайной величины.</p>
13.	1.1.1.1 Дисперсией случайной величины X называется	<p>1. Математическое ожидание квадрата соответствующей центрированной величины.</p> <p>2. Характеристика асимметрии (или «скошенности») распределения.</p> <p>3. Характеристика так называемой «крутости», т.е. островершинности распределения.</p> <p>4. Доля дисперсии зависимой переменной, объясняемая рассматриваемой моделью зависимости, то есть объясняющими переменными.</p>
14.	Третий центральный момент	<p>1. Математическое ожидание квадрата соответствующей центрированной величины.</p> <p>2. Характеристика асимметрии (или «скошенности») распределения.</p> <p>3. Характеристика так называемой «крутости», т.е.</p>

№	Вопросы	Варианты ответов
		островершинности распределения. 4. Доля дисперсии зависимой переменной, объясняемая рассматриваемой моделью зависимости, то есть объясняющими переменными.
15.	1.1.1.2 Четвертый центральный момент	1. Математическое ожидание квадрата соответствующей центрированной величины. 2. Характеристика асимметрии (или «скошенности») распределения. 3. Характеристика так называемой «крутости», т.е. островершинности распределения. 4. Доля дисперсии зависимой переменной, объясняемая рассматриваемой моделью зависимости, то есть объясняющими переменными.
16.	1.1.1.3 Коэффициент детерминации	1. Математическое ожидание квадрата соответствующей центрированной величины. 2. Характеристика асимметрии (или «скошенности») распределения. 3. Характеристика так называемой «крутости», т.е. островершинности распределения. 4. Доля дисперсии зависимой переменной, объясняемая рассматриваемой моделью зависимости, то есть объясняющими переменными.
17.	1.1.1.4 $\Phi^*(-\infty) =$	1. 0. 2. 1. 3. Непрерывная функция. 4. $1 - \Phi^*(x)$.
18.	1.1.1.5 $\Phi^*(+\infty) =$	1. 0. 2. 1. 3. Непрерывная функция. 4. $1 - \Phi^*(x)$.
19.	1.1.1.6 $\Phi^*(x) =$	1. 0. 2. 1. 3. Непрерывная функция. 4. $1 - \Phi^*(x)$.
20.	$\Phi^*(-x) =$	1. 0. 2. 1. 3. Непрерывная функция. 4. $1 - \Phi^*(x)$.

Вариант №3

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Многочлен первой степени выражает	1. Равномерный рост или уменьшение функции. 2. Равнозамедленное или равноускоренное изменение u_x с одним экстремумом. 3. Определяет научное и практическое значение корреляционной зависимости. 4. Переменная u реагирует на изменение другой переменной (переменных) X изменением своего закона распределения.
2.	Многочлен второй степени выражает	1. Равномерный рост или уменьшение функции. 2. Равнозамедленное или равноускоренное изменение u_x с одним экстремумом.

№	Вопросы	Варианты ответов
		3. Определяет научное и практическое значение корреляционной зависимости. 4. Переменная y реагирует на изменение другой переменной (переменных) X изменением своего закона распределения.
3.	Степень тесноты связи –	1. Равномерный рост или уменьшение функции. 2. Равнозамедленное или равноускоренное изменение y_x с одним экстремумом. 3. Определяет научное и практическое значение корреляционной зависимости. 4. Переменная y реагирует на изменение другой переменной (переменных) X изменением своего закона распределения.
4.	Стохастические связи характеризуются тем, что	1. Равномерный рост или уменьшение функции. 2. Равнозамедленное или равноускоренное изменение y_x с одним экстремумом. 3. Определяет научное и практическое значение корреляционной зависимости. 4. Переменная y реагирует на изменение другой переменной (переменных) X изменением своего закона распределения.
5.	Под статистической гипотезой понимают	1. Всякое высказывание о генеральной совокупности, проверяемое по выборке. 2. Гипотезы о параметрах распределения. 3. Гипотезы о виде неизвестного распределения. 4. Конечное или бесконечное множество элементов, которые объединены между собой качественным или количественным аргументом.
6.	Статистические параметрические гипотезы	1. Всякое высказывание о генеральной совокупности, проверяемое по выборке. 2. Гипотезы о параметрах распределения. 3. Гипотезы о виде неизвестного распределения. 4. Конечное или бесконечное множество элементов, которые объединены между собой качественным или количественным аргументом.
7.	Статистические непараметрические гипотезы	1. Всякое высказывание о генеральной совокупности, проверяемое по выборке. 2. Гипотезы о параметрах распределения. 3. Гипотезы о виде неизвестного распределения. 4. Конечное или бесконечное множество элементов, которые объединены между собой качественным или количественным аргументом.
8.	Для проверки гипотезы на основании выборки формируют функцию выборки, которая называется?	1. Всякое высказывание о генеральной совокупности, проверяемое по выборке. 2. Гипотезы о параметрах распределения. 3. Гипотезы о виде неизвестного распределения. 4. Статистика критерия.
9.	Ошибка первого рода состоит в том, что	1. Отвергается нулевая гипотеза, когда на самом деле она верна. 2. Отвергается альтернативная гипотеза H_1 , когда на самом деле она верна.

№	Вопросы	Варианты ответов
		<p>3. Отвергается нулевая гипотеза, когда на самом деле она не верна.</p> <p>4. Отвергается альтернативная гипотеза H_1, когда на самом деле она не верна.</p>
10.	Ошибка второго рода состоит в том, что	<p>1. Отвергается нулевая гипотеза, когда на самом деле она верна.</p> <p>2. Отвергается альтернативная гипотеза H_1, когда на самом деле она верна.</p> <p>3. Отвергается нулевая гипотеза, когда на самом деле она не верна.</p> <p>4. Отвергается альтернативная гипотеза H_1, когда на самом деле она не верна.</p>
11.	Вероятность ошибки первого рода называется	<p>1. Уровень значимости критерия.</p> <p>2. Мощность критерия.</p> <p>3. Третий центральный момент.</p> <p>4. Четвертый центральный момент.</p>
12.	Вероятность ошибки второго рода называют	<p>1. Уровень значимости критерия.</p> <p>2. Мощность критерия.</p> <p>3. Третий центральный момент.</p> <p>4. Четвертый центральный момент.</p>
13.	Задачи корреляционного анализа	<p>1. Исследование наличия взаимосвязей между отдельными группами переменных.</p> <p>2. Задачи, связанные с установлением аналитических зависимостей между переменным y и одним или несколькими переменными x_1, x_2, \dots, x_k, которые носят количественный характер.</p> <p>3. Задачи, в которых переменные x_1, x_2, \dots, x_k носят качественный характер, а исследуется и устанавливается степень их влияния на y.</p> <p>4. Всякое высказывание о генеральной совокупности, проверяемое по выборке.</p>
14.	Задачи регрессионного анализа	<p>1. Исследование наличия взаимосвязей между отдельными группами переменных.</p> <p>2. Задачи, связанные с установлением аналитических зависимостей между переменным y и одним или несколькими переменными x_1, x_2, \dots, x_k, которые носят количественный характер.</p> <p>3. Задачи, в которых переменные x_1, x_2, \dots, x_k носят качественный характер, а исследуется и устанавливается степень их влияния на y.</p> <p>4. Всякое высказывание о генеральной совокупности, проверяемое по выборке.</p>
15.	Задачи дисперсионного анализа	<p>1. Исследование наличия взаимосвязей между отдельными группами переменных.</p> <p>2. Задачи, связанные с установлением аналитических зависимостей между переменным y и одним или несколькими переменными x_1, x_2, \dots, x_k, которые носят количественный характер.</p> <p>3. Задачи, в которых переменные x_1, x_2, \dots, x_k носят качественный характер, а исследуется и устанавливается степень их влияния на y.</p>

№	Вопросы	Варианты ответов
		4. Всякое высказывание о генеральной совокупности, проверяемое по выборке.
16.	Реферат – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Научно-исследовательская работа, представляющая собой краткое изложение в письменном виде содержания научных трудов. 2. Запись устного сообщения на определенную тему. 3. Работа, в которой критически оценивают основные положения и результаты исследования. 4. Научное произведение, в котором изложен итог всестороннего исследования определенной темы или проблемы, выполненной одним или несколькими авторами.
17.	Доклад – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Научно-исследовательская работа, представляющая собой краткое изложение в письменном виде содержания научных трудов. 2. Запись устного сообщения на определенную тему. 3. Работа, в которой критически оценивают основные положения и результаты исследования. 4. Научное произведение, в котором изложен итог всестороннего исследования определенной темы или проблемы, выполненной одним или несколькими авторами.
18.	Рецензия - это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Научно-исследовательская работа, представляющая собой краткое изложение в письменном виде содержания научных трудов. 2. Запись устного сообщения на определенную тему. 3. Работа, в которой критически оценивают основные положения и результаты исследования. 4. Научное произведение, в котором изложен итог всестороннего исследования определенной темы или проблемы, выполненной одним или несколькими авторами.
19.	Монография – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Научно-исследовательская работа, представляющая собой краткое изложение в письменном виде содержания научных трудов. 2. Запись устного сообщения на определенную тему. 3. Работа, в которой критически оценивают основные положения и результаты исследования. 4. Научное произведение, в котором изложен итог всестороннего исследования определенной темы или проблемы, выполненной одним или несколькими авторами.
20.	Учебное пособие – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Учебное издание, частично заменяющее или дополняющее учебник. 2. Запись устного сообщения на определенную тему. 3. Работа, в которой критически оценивают основные положения и результаты исследования. 4. Научное произведение, в котором изложен итог всестороннего исследования определенной темы или проблемы, выполненной одним или несколькими авторами.

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 объёме 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 предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных 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
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Основы научных исследований (Общий курс): учеб. пособие / В.В.Космин. - 2-е изд. - М. : ИНФРА-М, 2015. - 214 с. - (Высшее образование: Магистратура). - Библиогр.: с. 210-211. - ISBN 978-5-369-01265-9.
2. Основы научных исследований в горном деле: учеб. пособие / В.И.Голик. - М. : ИНФРА-М, 2016. - 119 с. - (Высшее образование. Магистратура). - Библиогр.: с. 114-117 (53 назв.). - Допущено УМО. - ISBN 978-5-16-006747-6.
3. Основы научных исследований: учеб. для техн. вузов / В.И.Крутов и др.; под ред.: В.И.Крутова, В.В.Попова. - М.: Высшая школа, 1989. - 400 с. - ISBN 5-06-000043-5

7.1.2. Дополнительная литература

1. Основы научных исследований: лаб. работы / сост. Е.Е.Андреев; М-во высш. и среднего специального образования РФ, Ленингр. горн. ин-т им. Г.В.Плеханова. Каф. обогащения полезных ископаемых. - Л.: ЛГИ, 1989. - 37 с. - Для студентов специальности 09.03.

2. Основы научных исследований: Практические занятия / Сост. Е.Е. Андреев; Науч. ред. П.В.Кузнецов; Ленингр. горн. ин-т. - Л.: ЛГИ, 1989. - 37 с.: ил., табл. - Для студентов.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Александрова Т.Н. Обогащение полезных ископаемых. [Электронный ресурс]: учебник/ Кусков В.Б., Львов В.В., Николаева Н.В – Электрон. дан. РИЦ Национального минерально-сырьевого университета «Горный», Заказ 503. С 144 (ISBN 978-5-94211-731-3), 2015, 530 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=33%2E4%D1%8F73%2F%D0%9E%2D21%2D667610266<.>

2. Обогащение полезных ископаемых: учеб. пособие [Электронный ресурс]: / К.И. Лукина, В. П. Якушкин, А. Н. Муклакова. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 224 с. — (Высшее образование: Специалист).

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=561064>

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

1. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. – Электр.дан. www.consultant.ru

2. ЭБС издательского центра «Лань». <http://e.lanbook.com/>

3. Электронно-библиотечная система Znanium.com <http://znanium.com/>

4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>

5. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор» (ЭБС IPRbooks) <http://www.bibliocomplectator.ru/>

6. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ www.biblio-online.ru

7. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт». <http://rucont.ru/>

8. ООО Научная электронная библиотека. Интегрированный научный информационный портал в российской зоне сети Интернет, включающий базы данных научных изданий и сервисы для информационного обеспечения науки и высшего образования. (Включает РИИЦ-библиографическая база данных публикаций российских авторов и SCIENCE INDEX- информационно - аналитическая система, позволяющая проводить аналитические и статистические исследования публикационной активности российских ученых и научных организаций). <http://elibrary.ru/>

9. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru/>).

10. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (<http://school-collection.edu.ru/>).

11. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>).

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитории для проведения лекционных занятий и лабораторных работ.

Лекции. 64 посадочных места. Мобильный интерактивный комплекс. Компьютерные комплектующие.

Лабораторные работы. Анализатор ситовой вибрационный ВП30Т — Лабораторный магнитный сепаратор ЭРГА БСМ-ВП 200х200/Т3664

Лабораторный валковый магнитный сепаратор ЭРГА СМВИ-1ЛМ 240х220/Т4503 Лабораторная флотационная машина ФМП-Л 0,3 (базовый комплект). Дробилка щековая лабораторная ДЩ 60х100М. Щековая дробилка JS6. Планетарная мельница ВМ6. Ротационный делитель RSD200. Цилиндр мерный 2000 мл. Сухожаровой шкафа Binder FD115. Настольный рН-метр Ohaus Starter.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

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. Лицензионное программное обеспечение.

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 (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

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., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 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 (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011. Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

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)

Microsoft Windows 10 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).