

Владеть навыками применения инновационных строительных технологий, материалов, конструкций, систем жизнеобеспечения и информационно-компьютерных средств при разработке проектов.

В методических указаниях приведен перечень тем для самостоятельного изучения, расширяющих рамки лекционного материала, в связи с ограниченностью аудиторных часов. Приведен перечень рекомендуемой литературы по данным тематикам.

1. ЗНАЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ БАКАЛАВРА

Самостоятельная (внеаудиторная) работа обучающихся является одним из основных условий достижения целей всего образовательного процесса [2].

Реферат - это самостоятельная научно-исследовательская работа обучающегося, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы; приводит различные точки зрения. Содержание материала должно быть проблемно-поискового характера. Важно подчеркнуть, что реферат – это тот вид самостоятельной работы, в котором происходит освоение навыков последовательного, аргументированного и логичного изложения результатов научной работы, оформления научно-справочного аппарата исследования.

К основным направлениям подготовки обучающихся к работе над рефератом относятся:

- обучение содержательному и четкому формулированию темы реферата;
- помощь в определении границ темы, всех аспектов ее содержания;
- разъяснение требований, которым должна удовлетворять выбранная для реферата тема;
- обучение определять и точно формулировать цели реферата;
- формирование умений осмысленно читать и анализировать различные источники (опубликованные документы, периодическую печать), определять их тему и проблематику, выделять главную и второстепенную информацию;

- ознакомление со структурными особенностями реферата, спецификой его введения, заключения, основной части; делением текста на параграфы и абзацы, их оптимальным соотношением;
- ознакомление с основными требованиями к оформлению письменного текста, в соответствии с действующими государственными стандартами в области библиографии, издательского дела, научно-исследовательских работ.

Цель данных методических указания состоит в том, чтобы ознакомить обучающихся с требованиями к представлению результатов исследований, действующими в научном сообществе, прежде всего к оформлению письменных работ в вузе, и дать необходимые пояснения по их выполнению [1, 2].

2. ПРОГРАММА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Организация и планирование самостоятельной работы должны исходить из условия сохранения длительной работоспособности и производительности.

Дисциплина «Математические методы анализа процессов транспорта и хранения углеводородов» изучается студентами бакалавриата направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» по профилям «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки» и «Сооружение объектов и систем трубопроводного транспорта». Дисциплина «Математические методы анализа процессов транспорта и хранения газа», изучается студентами бакалавриата направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» по профилю «Эксплуатация сетей газораспределения и газопотребления».

Дисциплина содержит 6 разделов и осваивается в течение одного (*седьмого*) семестра. В план подготовки входят аудиторные (лекции и лабораторные занятия) и внеаудиторные (самостоятельная работа студента) занятия, промежуточные консультации при написании тематических рефератов, консультация при подготовке к зачёту.

Самостоятельная работа студента (написание реферата) – обязательная и неотъемлемая часть учебной работы обучающегося по данной учебной дисциплине. Объёмы и виды трудозатрат по всем видам самостоятельной работы студента регламентируются приказом или распоряжением ректора «О составлении графиков выполнения студентами самостоятельных работ на предстоящий семестр обучения» и оформляются отдельным документом «График самостоятельных работ студента». При составлении графиков кафедра руководствуется утвержденными программами учебных дисциплин и другими методическими разработками, обеспечивающими эффективное обучение студентов в течение всего семестра. Общие планируемые затраты времени на выполнение всех видов аудиторных и внеаудиторных заданий соответствуют бюджету времени работы студентов, предусмотренному учебными планами по дисциплине в текущем семестре.

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Форма оценивания			
Текущий контроль	Промежуточная аттестация		
Защита аналитического материала (реферат)	Письменная аттестация	Зачёт	Экзамен
+	-	+	-

График самостоятельной работы по дисциплинам «Математические методы анализа процессов транспорта и хранения углеводородов» и «Математические методы анализа процессов транспорта и хранения газа» представлен в таблице 2.

Самостоятельная работа предусматривает работу с технической литературой, техническими журналами, патентно-техническими материалами. В процессе самостоятельной работы студенты выполняют один реферат.

Таблица 2.

График самостоятельной работы по курсу

Семестр	Неделя																	Трудоёмкость, час
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
7			Р							Р							3	21
Общая трудоёмкость учебной дисциплины																	72	

Примечание: Р – получение задания на реферат, Р - защита реферата, З – получение зачета.

По результатам выполнения и защиты рефератов производится семестровый зачет

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РЕФЕРАТА

Работа над рефератом состоит из следующих этапов деятельности студента:

1. Выбор темы.

При выборе темы нужно учесть следующее: тема исследования должна быть актуальной, отражать насущные проблемы современной науки и практики, соответствовать запросам отрасли образования. Также тема должна быть содержательной, информативной и довольно разработанной в науке, чтобы по ней можно было найти достаточное количество литературы. Одна из целей написания реферата заключается в том, чтобы автор досконально разобрался в каком-либо узком, конкретном вопросе и ознакомился с литературой по избранной проблеме. Выбрав тему, необходимо четко ее придерживаться.

2. Составление плана.

После выбора темы полезно сначала прочесть соответствующие разделы учебника или курса лекций, монографий по теме и составить первоначальный приблизительный план реферата. Такой план поможет отбору литературы и облегчит работу над ней. Окончательный вариант плана реферата составляется после проработки всей отобранной литературы по теме. Чем подробнее

будет составлен план, тем легче писать реферат. Целесообразно наметить примерный объем каждой главы или раздела реферата.

3. Работа с литературой.

В научной работе необходимо использовать научную литературу, например монографии, т.е. исследования какого-либо автора по какой-либо теме. В реферате должны быть использованы не менее 5 (пяти) источников. Составив библиографический список, полезно выделить основные издания по избранной тематике, а также новейшие публикации в периодической печати. Необходимо научиться выделять из прочитанного основное. Главной является информация, имеющая наиболее существенное значение для понимания данной темы, вопроса. К ней относятся определения научных понятий, формулировки законов, правил, перечисление принципов, классификация явлений и фактов. Второстепенная информация разъясняет главную информацию и отражает вытекающие из этой информации конкретные следствия и практические рекомендации. К такому типу информации относятся примеры, подробные характеристики отдельных явлений. При изучении литературы необходимо делать выписки и заметки, а также указание на источник.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ РЕФЕРАТОВ

В процессе выполнения реферата обучающийся должен ставить перед собой ряд целей.

1. Постановка основных задач реферата.

Для полного раскрытия темы реферата на основании имеющейся информации необходимо отразить основные разделы путем постановки конкретных задач.

2. Анализ источников информации.

Помимо литературы, рекомендованной преподавателем, необходимо самостоятельно провести поиск, обзор и анализ научно-технических источников информации по конкретной тематике, по возможности, данных практики по теме реферата;

3. Краткое и информативное изложение изученного материала.

Обучающийся должен уметь сформулировать и описать функциональные связи и математические зависимости между элементами, а также составить собственное мнение по теме реферата.

4. Структура реферата.

Реферат (с учетом всех особенностей и специфики поставленных целей и задач) имеет типовую структуру, которая включает следующие элементы:

- **Титульный лист**
- **Оглавление** (если в начале реферата) или **содержание** (если в конце реферата)
- **Введение**, которое представляет собой краткое описание реферата. Здесь обосновывается актуальность (мотивация выбора конкретной темы изучения) выбранной темы с позиции научной значимости, цель и содержание поставленных задач, формулируется объект и предмет реферативного изучения, содержание самостоятельной работы (реферата) по главам. Следует отметить, что раздел «Введение» заинтересованные лица читают первым из всех разделов, и по нему составляют первое, трудноизменяемое представление о работе.
- **Цель работы** обязательно должна быть согласована с темой реферата. Цель может отражать основные современные теории, связанные с проблемой, описание состояния изучения проблемы, критический анализ отдельных положений современной теории или сопоставление разных точек зрения на проблематику темы реферата.
- **Задачи**, напрямую связанные с поставленной выше целью, на решение которых будет направлена реферативная работа.
- **Основная часть** реферата структурируется по главам, разделам, количество и название которых определяются автором. Главы и параграфы реферата должны соотноситься с темой работы и, как правило, соответствовать поставленным задачам. Деление работы на главы и параграфы осуществляется так, чтобы части работы были

пропорциональными по объему и содержанию. Оптимальный размер введения и заключения - до 10% текста на каждый из этих разделов. Остальной объем работы приходится на основную часть.

- **Главы работы** должны иметь названия; в них излагается ход исследования, и делаются выводы по результатам решения научных проблем. Лучше всего руководствоваться следующими соображениями: глава - это часть текста, в которой содержится большая смысловая единица, параграф - это подраздел текста внутри главы, содержащий логически важную часть главы. Параграфы делятся на абзацы, в которых содержится небольшая, но законченная мысль.
- **Подстрочные примечания** (подстрочные примечания (ссылки) приводятся во всех случаях, когда в письменной работе используются и цитируются источники и литература). Цитаты из источников и литературы заключаются в кавычки. В конце цитируемого фрагмента перед точкой приводятся данные об источнике. Максимальный объем цитаты - три фразы.
- **Заключение** содержит основные научные и практические результаты работы, соответствующие цели и поставленным задачам.
- **Список использованной литературы** является весьма значимым разделом, где представляются проанализированные источники научно-технической литературы. Библиографический список содержит перечень работ по теме исследования, весьма полезный для пользователя. В библиографический список включаются только те источники, на которые делаются ссылки в основном тексте и которые были использованы студентом для написания реферата. Источники располагают в списке в порядке появления ссылок в тексте работы.
- **Вспомогательные указатели (приложение)**. В приложение при необходимости выносятся иллюстративный аппарат, имеющий отношение к содержанию основной

части реферата (таблицы, схемы, графики и т.д.). Каждое приложение нумеруется и располагается на отдельной странице.

5. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА

Объем самостоятельной работы обучающегося (реферата) должен составлять *10-20 страниц* машинописного текста *Times New Roman*, размер шрифта - *12* или *14 кегль*, межстрочный интервал – *1,5*.

Для начала нового абзаца используется автоматический отступ (1,25 см). Между абзацами не должно быть интервалов и отступов.

Поля: левое – 3 см, правое - 1,5 см, верхнее, нижнее – по 2 см. Текст должен быть отформатирован *по ширине* листа.

Заголовки и подзаголовки в тексте выделяются *полужирным* и располагаются *по центру*.

Страницы нумеруются. Нумерация страниц проставляется, начиная со 2 страницы, с которой начинается «Введение». Титульная страница *не нумеруется*, но учитывается. Используется сквозная нумерация страниц реферата.

Черновой вариант реферата необходимо внимательно прочесть и при необходимости отредактировать. Реферат должен быть написан грамотно. Необходимо систематическое (согласно плану) и логичное расположение материала с выделением абзацев. При необходимости включаются графические изображения, схемы, таблицы.

Правила оформления.

1. Правила оформления титульного листа и оглавления.

Титульный лист выполняется по общим требованиям. Номер страницы на титульном листе не ставится. За титульным листом помещается оглавление.

2. Правила оформления основных разделов.

Текстовая часть самостоятельной работы (реферата) выполняется на одной стороне листа формата А4 по требованиям, перечисленным выше. Номера страниц внизу в центре. Каждый раздел нумеруется, пишется его заголовок и начинается с новой страницы.

3. Правила оформления расчетных формул.

Первоначально объясняется цель расчета и приводится источник, из которого взята методика расчета и приводимые формулы. Затем записывается расчетная формула в буквенном выражении, после чего приводится расшифровка буквенных символов, числовых коэффициентов и их значения в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Расшифровка каждого символа приводится с новой строки. Приведенные в реферате формулы должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами. Порядковый номер формул должен быть приведен справа от формулы в скобках.

Пример записи расчетных формул:

$$H = \frac{P}{\rho g} + \frac{U^2}{2g} + z \quad (1.1)$$

где H - напор насоса, м;

U - средняя скорость, м/с;

z - высотная отметка центра рассматриваемого сечения, м.

4. Правила оформления таблиц.

Цифровой материал, как правило, может быть оформлен в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок. Заголовок и слово таблица начинают с прописной буквы. Таблицы нумеруются последовательно арабскими цифрами. В правом верхнем углу таблицы под заголовком помещается надпись «Таблица» с указанием порядкового номера. Название таблицы оформляется шрифтом *Times New Roman*, размер шрифта - 10 кегль, межстрочный интервал - 1,0, подпись таблицы - по правому краю. Заголовки столбцов в таблице, текст и цифры в ячейках - выравнивание по центру, шрифт *Times New Roman*, размер шрифта - 12 кегль. Высота строк не менее 8 мм.

Пример оформления таблиц:

Таблица 3.

Требования к начальной величине сопротивления растеканию тока для различных условий применения анодных заземлений

Грунт	ρ грунта, Ом·м	R , анодного заземления, Ом
Солончаки	Менее 10	0,5
Болота, влажные глины, суглинки	От 10 до 50	1,0

5. Правила оформления иллюстраций.

Каждая иллюстрация подписывается словом «Рисунок» и нумеруется последовательно арабскими цифрами в пределах всего рефе-

рата. Иллюстрации должны быть прокомментированы в тексте, иметь параметрические и иные данные. Они должны иметь наименование, размещаемое под ней. Название иллюстрации оформляется шрифтом *Times New Roman*, размер шрифта - 10 кегль, межстрочный интервал – 1,0, выравнивание – по центру. Иллюстрации помещают после ссылки на нее в тексте. Наличие иллюстраций без ссылок на них в тексте *не допускается*.

6. Правила оформления списка используемой литературы.

В библиографический список включаются только те источники, на которые делаются ссылки в основном тексте и которые были использованы студентом для написания реферата. Источники располагают в списке в порядке появления ссылок в тексте работы. Сведения о книгах должны включать: фамилию и инициалы автора (если авторов более двух указать «и другие»).

Пример оформления использованного источника:

Лурье М.В. Математическое моделирование процессов трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа /М.В. Лурье // Москва: «Нефть и газ», 2003, 175 с.

Сведения о статье из периодического издания (журнала) должны включать: фамилию и инициалы автора, заглавие статьи, наименование журнала, год выпуска, номер журнала, страницы, на которых помещена статья.

Пример: Димов Л.А. Обеспечение общей устойчивости магистральных газопроводов для длительной эксплуатации / Л.А. Димов, И.Л. Димов // Москва: Газовая промышленность, №3, 2012. С. 45-50.

6. ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Объект исследования и его свойства.

- объяснить смысл понятий «объект исследования» и «наблюдение за объектом»;
- общее понятие эксперимента;
- раскрыть смысл понятий «научные теории», «гипотезы», «научные методы»;
- классификация объектов исследования;
- охарактеризовать различия между объектом и предметом исследования;

- привести примеры объектов исследования применительно к нефтегазовой отрасли;

- свойства объекта исследования;

- дать определение понятия «аналогия».

2. Классификация математических моделей.

- раскрыть смысл понятия «модель»;

- свойства моделей, подробно охарактеризовать понятие «адекватность модели»;

- общая классификация моделей;

- классификация моделей по использованию (по плану):

1 учебные модели;

2 опытные модели;

3 научно-технические модели;

4 имитационные модели;

- классификация моделей по временному фактору или динамике (по плану):

1 статические модели;

2 динамические модели;

- классификация моделей по отрасли знаний (по плану):

1 физические модели;

2 химические модели;

3 географические и исторические модели;

4 экономические модели;

5 математические модели;

- классификация моделей по способу представления (по плану):

1 материальные модели;

2 информационные модели;

3 знаковые и вербальные модели;

4 дискретные и непрерывные модели.

3. Моделирование.

- дать определение понятия «модель»;

- классификация процессов как объектов моделирования;

- основные этапы моделирования;

- основные задачи моделирования;

- основные цели моделирования;

- анализ объекта исследования при моделировании
- исследование модели;
- постановка задачи моделирования в общем виде;
- признаки математической модели;

4. Модель «черный ящик».

- структурная схема;
- этапы построения модели «черный ящик»;
- примеры;
- дать определение понятия «входные величины» (примеры);
- дать определение понятия «выходные величины» (примеры);
- практическое значение модели «черный ящик»;
- критерии выбора модели «черный ящик»;
- основные этапы построения «черный ящик»;
- методология экспериментальных исследований.

5. Критерии подобия.

- объяснить что такое критерии подобия;
- классификация критериев подобия;
- примеры критериев подобия;
- число Ньютона: физический смысл, формулы для вычисления;
- коэффициент Пуассона: физический смысл, формулы для вычисления;
- критерии подобия в гидро- и газомеханике:
 - 1 число Рейнольдса;
 - 2 число Прандтля;
 - 3 число Нуссельта;
 - 4 число Грасгофа;
 - 5 число Стэнтона;
- критерий Фурье: физический смысл, формулы для вычисления;
- критерий Пекле: физический смысл, формулы для вычисления;
- критерий Эйлера: физический смысл, формулы для вычисления;
- критерий Вебера: физический смысл, формулы для вычисления;

6. Подобие как теоретическая основа моделирования

- подобие сложных систем;
- изоморфизм, подобие, аналогия;
- основы теории подобия:
 - 1 геометрическое подобие;
 - 2 временное подобие;
 - 3 подобие физических величин;
 - 4 подобие начальных и граничных условий;
- объяснить смысл понятия «инвариант подобия»;
- законы и правила теории подобия;
- основные постулаты теории подобия;
- физические явления, изучаемые посредством теория подобия;
- подобие в теории размерностей.

7. Методы первичной обработки статистических данных.

- объяснить что такое выборочная и генеральная совокупность, в чем их различия;
- дать определение понятия «случайная величина»;
- дать определение понятий «частота» и «частость»;
- классификация статистических методов;
- основные параметры статистических методов, статистическое распределение, полигон распределения;
- дисперсия: физический смысл, формулы для расчетов;
- среднее квадратичное отклонение случайной величины: физический смысл, формулы для расчетов;
- физический смысл понятий «ассиметрия», «мода», «медиана», «эксцесс»;
- графическое отображение статистических данных: гистограмма.

8. Анализ малых выборок.

- дать определение понятия «выборка» или «выборочная совокупность»;
- написать определение «объема выборки»;
- охарактеризовать малые выборки;
- основные этапы анализа малых выборок;
- дисперсия: физический смысл, формулы для расчетов;

- среднеарифметическое значение: физический смысл, формулы для расчетов;

- среднеквадратичное отклонение случайной величины: физический смысл, формулы для расчетов.

9. Анализ больших выборок.

- дать определение понятия «выборка» или «выборочная совокупность»;

- написать определение «объема выборки»;

- охарактеризовать большие выборки;

- основные этапы анализа больших выборок;

- критерий Стьюдента: физический смысл, от чего зависит;

- дать определение понятий «надежность», «уровень значимости» (примеры), «число степеней свободы».

10. Моделирование детерминированных процессов.

- метод активного и пассивного экспериментов;

- алгебраические линейные и нелинейные уравнения;

- дифференциальные уравнения;

- метод аналогий;

- экспериментально-статистический метод;

- регрессионные (вероятностные) уравнения.

11. Стохастические модели.

- экспериментально-статистический метод математического описания;

- основные понятия теории случайных величин (дискретные и непрерывные случайные величины);

- законы распределения случайных величин;

- корреляция;

- построение и исследование регрессионных моделей;

- регрессия (линейная, нелинейная, однофакторная, многофакторная);

- регрессионный анализ при пассивном эксперименте;

- регрессионный анализ при активном эксперименте.

12. Численные методы для анализа и расчета технологических процессов.

- интерполяционные методы обработки исходных экспериментальных данных;

- постановка задачи интерполяции;
- постановка задачи экстраполяции;
- интерполяционная формула Ньютона с разделенными разностями;
- многочлен Лагранжа;
- параметрические вычисления методом интерполяции.

13. Численные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений.

- метод половинного деления;
- метод итераций для одного уравнения с одним неизвестным;
- метод Ньютона;

14. Методы решения дифференциальных уравнений.

- понятие конечной и разделенной разности;
- метод решения задачи Коши;
- метод Рунге-Кутты;
- методы прогноза и коррекции;
- понятие разностной схемы;
- методы Эйлера;
- формула Тейлора;
- обзор математических и статистических систем.

15. Численные методы безусловной оптимизации.

- постановка задачи и условия оптимальности;
- постановка задачи оптимальности;
- математическая постановка задачи
- методы одномерной безусловной минимизации;
- отрезок локализации минимума;
- интервал неопределенности;
- методы многомерной безусловной оптимизации (направление убывания, направления возрастания), достаточное условие, необходимое условие.

16. Классификация задач оптимизации.

- проектирование систем и их составных частей;
- планирование и анализ функционирования существующих систем;
- инженерный анализ и обработка информации;

-управление динамическими системами , целевая функция, допустимое множество, допустимая точка, глобальный минимум, локальный минимум, строгий минимум;

- задачи безусловной оптимизации;

- задачи математического программирования;

- задачи дискретного программирования;

- задачи оптимального управления;

- понятие о численных методах оптимизации, алгоритм, его характеристики, алгоритмы нулевого порядка;

- алгоритмы первого и второго порядков, поиск точек, последовательные алгоритмы;

- шаг (итерация) метода, бесконечношаговые методы, конечношаговые методы;

- минимизирующая последовательность

- сходимость;

- условия оптимальности в общей задаче оптимизации;

- условия оптимальности, необходимое условие оптимальности, достаточное условие оптимальности.

17. Линейное программирование.

- основное понятие линейного программирования;

- общие задачи линейного программирования, постановка задачи;

- условие неотрицательности;

- каноническая задача линейного программирования;

- многогранное множество, гиперплоскость, полупространство;

- основная теорема линейного программирования;

- первая геометрическая интерпретация задачи линейного программирования;

- симплекс-метод;

- вторая геометрическая интерпретация задачи линейного программирования;

- опорная точка допустимого множества, базис опорной точки, небазисные (свободные) переменные;

- вырожденная опорная точка, вырожденная задача линейного программирования;

- невырожденная опорная точка;
- метод искусственного базиса.

18. Теория двойственности.

- прямая (исходная) задача;
- симметричность отклонения двойственности;
- схема построения двойственной задачи;
- теоремы двойственности;
- критерий оптимальности.

19. Постановка дискретных оптимизационных задач.

- задачи дискретной оптимизации;
- задачи целочисленного программирования;
- математическая постановка целочисленного программирования;

ния;

- точка минимума целевой функции.

20. Понятие о методе динамического программирования.

- основные понятия;
- аддитивная функция;
- принцип оптимальности Р. Беллмана, рекуррентное соотношение.

шение.

21. Методы идентификации математических моделей.

- понятие идентификации;
- задача идентификации в узком смысле, в широком смысле;
- методы структурной идентификации;
- адекватность структуры модели;
- коэффициент корреляции, корреляционное отношение;
- методы параметрической идентификации;
- признаки параметрической идентификации (адекватность, активность, дискретность);

- физический смысл параметрической идентификации статистических детерминированных моделей;

- методы идентификации стохастических моделей.

22. Динамические модели.

- параметрические модели;
- непараметрические модели.

23. Организация вычислительного процесса.

- понятие погрешности;

- причины возникновения погрешностей;
- относительные и абсолютные погрешности;
- ошибки исходной информации;
- ошибки округления;
- ошибки ограничения, общественный ряд Тейлора для синуса;
- распространение ошибок;
- достоверность результатов вычислений эксперимента;
- оптимальный выбор численного метода.

24. Общие методологические вопросы математического моделирования.

- основные понятия моделирования;
- назначение и функции моделей;
- дать определение понятий «моделирование», «модель»
- структура процесса моделирования;
- соотношение детерминистических и стохастических подходов.

25. Математическое описание с использованием физических законов.

- математическое описание термодинамических закономерностей;
- понятие системы;
- первый и второй законы термодинамики.

26. Модели кинетики массо- и теплопереноса.

- описание массопереноса;
- описание теплопереноса;
- законы сохранения массы и импульса;
- перенос потоков вещества и энергии.

27. Пример составления математической модели объекта при возможности допущения сосредоточенности параметров.

- описание модели;
- постановка задачи;
- математическое описание.

28. Математическое описание объектов с распределенными параметрами.

- описание модели;
- постановка задачи;

- математическое описание, уравнение Пуассона, уравнение теплопроводности;

- применимость уравнения.

29. Экспериментально-статистические методы математического описания.

- основные характеристики случайной величины;

- закон распределения случайной величины;

- функция распределения случайной величины;

- математическое ожидание случайной величины;

- коэффициент корреляции;

- критерий Стьюдента;

- дать определение понятия «число степеней свободы»;

- линия регрессии.

30. Регрессионный анализ при пассивном и активном факторном эксперименте.

- идея регрессионного анализа;

- идея метода наименьших квадратов;

- активный факторный эксперимент, значимость коэффициента регрессии;

- определение оптимальных условий, сущность полного (дробного) факторного эксперимента.

31. Описание динамических свойств объекта при наличии помех при регрессионном анализе.

- математический аппарат для описания случайных процессов;

- примеры случайных процессов;

- математическое ожидание случайного процесса;

- корреляционные функции.

32. Идентификация. Подстраиваемые модели.

- основные понятия;

- методы структурной идентификации, этапы;

- структурная идентификация: роль, задачи, описание этих задач;

- метод проверки гипотез об адекватности структуры;

- гистограмма распределения, графики зависимости остатков, графики остатков на каждой из независимых переменных.

33. Методы параметрической идентификации.

- классификация моделей;
- признаки модели (адекватность, адаптивность, дискретность);
- параметрическая идентификация для случая статистически детерминированной модели;
- динамические модели;
- ряд Тейлора.

34. Предварительный анализ статистических данных.

- числовые характеристики выборочного распределения;
- дать определение следующих понятий: выборка, генеральная совокупность, варианты, вариационный ряд, частота, среднее арифметическое значение, дисперсия, среднее квадратичное отклонение, коэффициент вариации;
- оценка коэффициента асимметричности;
- оценка эксцесса;
- раскрыть понятие «мода», привести формулу для расчета;
- раскрыть понятие «медиана».

35. Предварительная оценка на нормальность.

- нормальный закон распределения случайной величины;
- логарифмически-нормальный закон распределения случайной величины;

36. Графическое представление выборочного (эмпирического) распределения.

- гистограмма;
- полигон частот;
- эмпирическая функция распределения;
- размах;
- абсолютная и относительная частоты, относительные накопленные частоты;
- квантиль порядка, выборочный квантиль.

37. Интервальное оценивание.

- точечные оценки параметров;
- интервальные оценки параметров;
- уровень значимости, надежность;
- доверительный интервал для математического ожидания при известной дисперсии;

- функция Лапласа;
- коэффициент доверия;
- доверительный интервал для неизвестной дисперсии;
- распределение Стьюдента, предельная ошибка;
- распределение Пирсона;
- доверительный интервал для параметра p биномиального распределения, относительная частота, число успехов, нормальная асимптотика.

38. Корреляционный анализ.

- сущность метода;
- коэффициент корреляции;
- коэффициент ранговой корреляции Спирмена;
- доверительный интервал для коэффициента корреляции.

39. Проверка статистических гипотез.

- формулировка понятия «статистическая гипотеза»;
- основная и альтернативная гипотеза;
- статистика;
- понятие «критерий»;
- параметрические и непараметрические критерии;
- критическая область;
- уровень значимости и «размер» области;
- односторонний и двусторонний критерий;
- доверительный интервал.

40. Проверка гипотез.

1. Проверка гипотезы о средних значениях выборок:

- нормальное распределение совокупности;
- статистика критерия Стьюдента;
- функция Лапласа.

2. Проверка гипотезы о равенстве средних двух независимых выборок из нормального распределения совокупностей:

- распределение Стьюдента.

3. Проверка гипотезы о значении дисперсии нормального распределения совокупности:

- распределение Пирсона;
- сравнение двух выборочных дисперсий и нормального распределения совокупностей;

- критерий Фишера;
- проверка на значимость критерия корреляции r и r_s .

41. Критерий согласия Пирсона для проверки гипотезы о законе распределения.

- проверка основной гипотезы;
- проверка альтернативной гипотезы;
- статистика критерия Пирсона;
- правило применения критерия Пирсона.

42. Регрессионный анализ.

- модели регрессионного анализа;
- облако точек;
- линейная регрессионная модель;
- метод наименьших квадратов.

43. Построение линейной регрессионной модели методом наименьших квадратов.

- оценка параметров линейной регрессионной модели;
- метод Крамера;
- определение качества аппроксимации, мера ошибки;
- уравнение регрессии;
- стандартная ошибка предсказания (оценивания);
- коэффициент регрессии;
- проверка статистики распределения Стьюдента.

44. Распределения случайной величины.

- биномиальное распределение: физический смысл, основные формулы;
- распределение Пуассона: физический смысл, основные формулы;
- экспоненциальное распределение: физический смысл, основные формулы;
- Гауссовское (нормальное) распределение: физический смысл, основные формулы;
- распределение Пирсона: физический смысл, основные формулы;
- распределение Стьюдента: физический смысл, основные формулы;

- распределение Фишера: физический смысл, основные формулы.

45. Вариационные ряды и их характеристики.

- статистическая совокупность;
- предмет математической статистики;
- генеральная и выборочная совокупность, объем выборки;
- статистика функции;
- вариационный ряд, частота, частость;
- размах варьирования;
- дискретный вариационный ряд;
- эмпирическая функция распределения;
- выборочные числовые характеристики, мода, медиана, шаг (длина) интервала;
- выборочная дисперсия, асимметрия, эксцесс;
- условный центральный момент третьего и четвертого порядков;
- коэффициент вариации;
- интервальные оценки параметров распределения.

46. Проверка соответствия выборки нормальному закону распределения.

- построение кривой по опытным данным;
- статистическая оценка случайной величины;
- несмещенная и смещенная оценка параметра;
- эффективная оценка параметра;
- точечная оценка параметра;
- критерий Романовского;
- критерий Колмогорова;
- критерий Ястремского;
- приближенные критерии нормального распределения.

47. Парная линейная корреляция.

- понятие корреляционной зависимости;
- задачи теории корреляции;
- условно среднее значение признака;
- триединая задача теории корреляции (модель-свойства-адекватность);
- первая, вторая и третья задача;

- частота признаков;
- частота совместного появления признаков;
- коэффициент эластичности;
- выборочные средние признаков;
- коэффициент линейной корреляции;
- уравнение регрессии;
- выборочный коэффициент линейной регрессии.

48. Коэффициент корреляции, его свойства и значимость.

- сущность коэффициента корреляции;
- положительная и отрицательная корреляция;
- оценка тесноты линейной корреляции;
- значимость выборочного коэффициента корреляции, критерий Стьюдента;
- определение надежности (доверительных интервалов) коэффициента корреляции;
- коэффициент детерминации.

49. Проверка адекватности модели.

- критерий Фишера-Снеденора;
- оценка величины погрешности;
- стандартная ошибка уравнения регрессии;
- остаточная дисперсия;
- коэффициент уравнения регрессии.

50. Корреляционный анализ.

- нелинейная корреляционная зависимость;
- параболическая корреляция;
- гиперболическая корреляция;
- проверка необходимых условий;
- метод наименьших разностей;
- определение силы криволинейной связи;
- корреляционное отношение, свойства корреляционных отношений;
- проверка адекватности модели.

51. Множественная линейная корреляция.

- понятие множественной линейной корреляции;
- факторные признаки, результативные признаки;

- измерение тесноты множественной линейной корреляционной связи;
- проверка адекватности модели множественной линейной корреляции.

52. Классификация математических методов анализа реальных явлений.

- методы элементарной математики;
- статистические методы;
- методы математического моделирования;
- классические методы математического анализа;
- методы математического программирования;
- классификация методов моделирования (функциональные модели, статические модели, аналитические модели).

53. Газодинамические процессы как объекты исследования.

- сущность понятия «объект исследования»;
- понятие газодинамических процессов;
- сущность газодинамических исследований;
- цель и задачи газодинамических исследований (например, газовых скважин на установившемся режиме);
- обработка результатов исследований;
- анализ результатов газодинамических исследований.

54. Принципы построения физических моделей.

- методы и особенности теоретических исследований;
- этапы теоретических исследований;
- структура и модели теоретических исследований (теоретическое знание);
- этапы построения логической структуры (этапы индукции, время дедуктивного процесса), схема построения логической структуры теоретического исследования;
- физические модели, математические модели, натурные модели;
- общие сведения об экспериментальных исследованиях;
- виды экспериментов (естественные, искусственные, констатирующие, контролируемые, решающие, лабораторные, натурные);
- технологический цикл вычислительного эксперимента;
- методика и планирование эксперимента;

- методологическое обеспечение экспериментального исследования;

- абсолютные и относительные измерения.

55. Принципы построения физических моделей.

- описание явления;
- описание законов;
- метод аналогий;
- иерархия моделей;
- исследование моделей;
- принципы применимости физических теорий;
- принципы соответствия;
- основы теории подобия, константы, инварианты;
- критерии подобия;
- первая, вторая, третья теоремы подобия;
- получение критерия подобия методом приведения дифференциальных уравнений;
- получение критерия подобия методом анализа размерностей физических величин (метод Рэлея-Павлушенко);
- π -теорема;
- виды критериев, критериальные уравнения;
- сущность физического моделирования.

56. Принципы построения математических моделей.

- понятие модели;
- классификация моделей;
- понятие «математическое моделирование»;
- законы сохранения;
- вариационные принципы;
- метод аналогий;
- иерархия моделей;
- принципы построения математической модели объекта при возможности допущения сосредоточенности параметров;
- математическое описание объекта с распределенными параметрами.

57. Объект исследования и его основные свойства.

- понятие объекта исследования;
- математическое моделирование и оптимизация;

- гипотеза, аналогия, модель и ее свойства;
- классификация процессов как объектов моделирования;
- постановка задачи моделирования в общем виде.

58. Факторы и параметры в математических методах анализа процессов транспорта и хранения углеводов.

- структурно-параметрическое описание и назначение параметров объекта;
- внутренние параметры модели;
- классификация факторов;
- примеры факторов.

59. Генеральная совокупность при статистической обработке экспериментальных данных.

- понятие «математическая статистика», предмет математической статистики;
- первичная обработка результатов исследований и понятие генеральной совокупности;
- отличие генеральной совокупности от выборочной совокупности;
- основные характеристики генеральной совокупности.

60. Выборочная совокупность (выборка).

- понятие «выборочной совокупности»;
- числовые характеристики выборочного распределения;
- графическое представление выборочного распределения;
- эмпирическая функция распределения;
- интервальное оценивание.

61. Газодинамические процессы как объекты исследования.

- исследование газодинамических процессов;
- газодинамические процессы обтекания;
- методы исследования законов воздействия газа;
- подобие при физическом моделировании газодинамических процессов;
- моделирование температурных полей в потоках;
- течение разреженных газов;
- классы аэродинамической трубы по конструктивным признакам;
- классы аэродинамической трубы по виду рабочей части.

62. Закон сохранения массы транспортируемой среды (уравнение неразрывности потока).

- основные определения;
- уравнение неразрывности потока в переменных Эйлера;
- вывод уравнения неразрывности при установившемся движении жидкости на основе закона сохранения массы.

63. Многофакторная регрессия.

- понятие множественной регрессии;
- статистическая значимость;
- корреляционная и регрессионная связь между переменными x и y ;
- факторные признаки;
- выбор типа многофакторной модели;
- виды многофакторной зависимости.

64. Модель упругой (слабо сжимаемой жидкости). Модель реального газа.

- основное понятие «жидкости»;
- свойства жидкости;
- уравнение сплошности;
- уравнение первого начала термодинамики для потока упругой жидкости;
- уравнение Бернулли;
- уравнение адиабаты;
- удельная энтальпия потока;
- понятие «сжимаемости», коэффициент сжимаемости;
- понятие «реальный газ»;
- уравнение состояния реальных газов Ван-дер-Ваальса;
- уравнение состояния идеального газа.

65. Модель несжимаемой жидкости. Модель совершенного газа.

- основные принципы модели несжимаемой жидкости, основные понятия, математическое описание модели;
- модель жидких идеальных сред, математическое описание модели, принцип построения, основные понятия;
- уравнение Эйлера;
- уравнение Навье-Стокса;

- основные свойства системы Навье-Стокса;
- модель совершенного газа;
- понятие «идеальный газ», его свойства.

66. Теоремы подобия.

- понятие «подобие»;
- основы теории подобия;
- положение подобия физических явлений;
- геометрическое подобие, аналогия;
- однородные величины;
- сходственные координаты;
- числа подобия (инварианты);
- основные положения теории подобия;
- 1 и 2 теоремы подобия;
- метод масштабных преобразований;
- теория размерностей, ее положение;
- 3 теорема подобия.

67. Уравнение баланса энергии.

- вывод уравнения баланса механической энергии;
- уравнение Бернулли.

68. Закон сохранения массы транспортируемой среды.

Уравнение неразрывности.

- закон сохранения массы в классической механике;
- уравнение неразрывности для элементарной струйки;
- понятие «расхода», виды расходов для элементарной струйки;
- уравнение расхода для потока жидкости;
- уравнение неразрывности в форме уравнения расхода;
- закон сохранения массы перекачиваемой среды.

69. Модели ламинарного течения вязкой ньютоновской жидкости. Модели неньютоновской жидкости.

- ламинарное течение в трубах различной формы, постановка задачи;
- уравнение неразрывности;
- уравнение Навье-Стокса;
- основные характеристики течения жидкости в трубе;

- нелинейновязкие жидкости, кажущиеся неньютоновские вязкости;

- степенная жидкость;
- модель Рейнеро-Ривлина;
- нелинейная модель вязкой неньютоновской среды Стокса;
- вязкопластичные среды;
- упруговязкие среды.

70. Модель жидкости с тепловым расширением. Модель упруго деформируемого трубопровода.

- математическая модель упруго деформируемого трубопровода;

- принцип Сен-Венана;
- принцип Бразье;
- модель материала, уравнение пластичности Генки-

Ильюшина;

- закон Гука;
- численное решение, симплекс-метод Нельдера-Мида;
- тепловое объемное расширение;
- коэффициент объемного расширения.

71. Методы обработки одномерных данных.

- описательная статистика;
- цензурирование выборок, точки выброса;
- представление результатов корректировки значений выбор-

ки;

- преобразование данных, ранжирование, ранги;
- табулирование данных, таблицы сопряженности;
- статистические ряды;
- группировка значений;
- наглядное представление данных: графики, гистограммы;
- меры центральной тенденции (мода, медиана, свойства среднего значения);
- меры положения (квантиль, квартили, процентиля);
- Меры разброса (изменчивости).

72. Анализ вида распределения случайной величины.

- особенности нормального распределения (распределение Гаусса-Лапласа);

- кривая нормального распределения;
- точки перегиба;
- соответствия между диапазоном значений и площадью под кривой;
- основу проверки нормальности распределения выборочных значений;
- предварительный анализ по классам распределения генеральной совокупности;
- критерии χ^2 Пирсона (критерий согласия), критерий λ Колмогорова.

73. Принципы проверки статистических гипотез и принятия решения.

- научные и статистические гипотезы;
- возможные варианты принятия решения;
- ошибка первого и второго рода и их последствия;
- уровень значимости;
- мощность критерия;
- схема построения критериев и проверки статистических гипотез;
- направленные и ненаправленные альтернативные гипотезы.

74. Сопоставление выборочного распределения с теоретическим.

- основная задача данного сравнения;
- критерии сравнения эмпирического распределения с теоретическим;
- коэффициент асимметрии и коэффициент эксцесса;
- критерии сравнения одномерных выборок;
- параметрические и непараметрические критерии сравнения независимых выборок;
- параметрические и непараметрические критерии сравнения зависимых выборок;
- методы сравнительного анализа;
- сравнение номинативных данных: угловое преобразование ϕ^* Фишера, критерий χ^2 Пирсона.

75. Корреляционный анализ. Меры связи.

- термин корреляция в статистическом анализе данных;

- корреляционный метод: эмпирический метод проверки гипотез о взаимосвязи, приемы статистического анализа данных на основе использования коэффициентов взаимосвязи;
- мера взаимосвязи признаков: уравнение регрессии;
- диаграмма рассеивания и линейная функция;
- корреляционная зависимость;
- коэффициент корреляции, показатели коэффициента корреляции;
- классификация описания тесноты связи случайных величин;
- направление связи случайных величин;
- статистическая значимость коэффициента корреляции;
- интерпретация коэффициентов корреляции;
- нелинейность связи случайных величин;
- коэффициенты корреляции и меры связи (критерии оценки связи переменных, измеренных разными шкалами);
- сравнение корреляций для независимых выборок, анализ корреляционных матриц, анализ корреляционных плеяд.

76. Дисперсионный анализ.

- идея дисперсионного анализа;
- проверка влияния фактора на зависимую переменную;
- внутригрупповая дисперсия;
- допущения о свойствах и параметрах случайной величины при проведении дисперсионного анализа;
- однофакторный дисперсионный анализ, коэффициент детерминации, представление результатов однофакторного дисперсионного анализа;
- многофакторный дисперсионный анализ;
- дисперсионный анализ с повторными измерениями;
- многомерный дисперсионный анализ.

77. Факторный анализ.

- фактор (генеральный фактор, общие факторы);
- цели факторного анализа;
- критерии факторизации;
- основные положения факторного анализа;
- анализ главных компонент;

- методы факторного анализа (метод главных факторов, факторный анализ образов, метод максимального правдоподобия, метод наименьших квадратов, альфа-факторный анализ);
- типы факторного анализа: эксплораторный (разведочный) и конфирматорный (подтверждающий гипотезу);
- последовательность факторного анализа.

78. Кластерный анализ.

- цель и задачи кластерного анализа;
- общая последовательность шагов при кластерной анализе;
- меры различия (симметрия, различимость нетождественных объектов, неразличимость идентичных объектов, неравенство треугольника);
- способы построения кластеров;
- иерархический кластерный анализ (метод одиночной связи, метод полной связи, метод средней связи, метод Уорда);
- определение числа кластеров;
- сопоставление кластерного и факторного анализов.

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абомелик Т.П.* Методология планирования эксперимента / Т.П. Абомелик // Ульяновск: УлГТУ, 2011, 38 с.
2. *Вентцель Е.С.* Теория вероятностей и ее инженерные приложения: учебное пособие, 4-е изд., стер. / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров // Москва: Высш. шк., 2007, 491 с.
3. *Вержбицкий В. М.* Основы численных методов / В.М. Вержбицкий. Москва: Высшая школа, 2002, 840 с.
4. *Гатапова Н.Ц.* Основы теории и техники физического моделирования и эксперимента: учебное пособие // Н.Ц. Гатапова, А.Н. Колиух, Н.В. Орлова, А.Ю. Орлов // Тамбов: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014, 77 с.
5. *Гимади Э. Х.* Глебов Н. И. Математические модели и методы принятия решений / Э.Х. Гимади, Н.И. Глебов // Новосибирск: НГУ, 2008, 163 с.
6. *Гмурман В.Е.* Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для вузов. Изд. 7-е, стер. / В.Е. Гмурман // Москва: «Высшая школа», 1999. 479 с.

7. *Гмурман В.Е.* Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учебное пособие для студентов вузов. Изд. 5-е, стер. / *В.Е. Гмурман* // Москва: «Высшая школа», 2000, 400 с.

8. *Грачев Ю.П.* Математические методы планирования экспериментов / *Ю.П. Грачев, Ю.М. Плаксин* // Москва: ДеЛи принт, 2005, 296 с.

9. *Губин В.И.* Статистические методы обработки экспериментальных данных: учебное пособие для студентов технических вузов / *В.И. Губин, В.Н. Осташков* // Тюмень: Изд-во «ТюмГНГУ», 2007, 202 с.

10. *Ермакова В.И.* Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие / *В.И. Ермакова* // Москва: Инфра-М, 2004, 287 с.

11. *Зинченко А.П.* Статистика: учебник / *А.П. Зинченко* // Москва: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013, 368 с.

12. *Квеско Н.Г.* Методы и средства исследований: учебное пособие / *Н.Г. Квеско, П.С. Чубик* // Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010, 112 с.

13. *Кириллова Т.В.* Элементы математической статистики / *Т.В. Хучраева, Т.С. Кириллова* // Саратов: Саратов. гос. агр. ун-т, 2004, 60 с.

14. *Кремер Н.Ш.* Теория вероятностей и математическая статистика / *Н.Ш. Кремер*. Москва: ЮНИТИ – ДАНА, 2004, 573 с.

15. *Крампит А.Г.* Методология научных исследований. / *А.Г. Крампит, Н.Ю. Крампит* // Томск: Изд-во Том. политехн. ун-та, 2008, 164 с.

16. *Крампит А.Г.* Методология научных исследований: учеб. Пособие / *А.Г. Крампит* // Юрга: Изд-во ЮТИ ТПУ, 2006, 240 с.

17. *Кутепова А.М.* Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование. Т.2. Механические и гидромеханические процессы / *А.М. Кутепова* // Москва: Логос, 2001, 600 с.

18. *Лурье М.В.* Математическое моделирование процессов трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа /

М.В. Лурье // Москва: Изд-во «Нефть и газ» РГУ им. И.М. Губкина, 2003, 336 с.

19. Лурье М.В. Задачник по трубопроводному транспорту нефти, нефтепродуктов и газа / М.В. Лурье // Москва: Центр «Нефть и газ», 2004, 868 с.

20. Любанова А.Ш. Методы оптимизации. / А.Ш. Любанова // Красноярск: ГАЦиЗ, 2002, 80 с.

21. Минько А.А. Статистический анализ в MS Excel / А.А. Минько // Москва: Издательский дом «Вильмс», 2004, 448 с.

22. Новиков А.М. Методология научного исследования / А.М. Новиков, Д.А. Новиков // Москва: Либроком, 2010, 280 с.

23. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов / Ф.А. Новиков // Санкт-Петербург: Питер, 2000, 304 с.

24. Пономарев А.Б. Методология научных исследований: учеб. пособие / А.Б. Пономарев, Э.А. Пикулева // Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014, 186 с.

25. Самарский А.А. Математическое моделирование / А.А. Самарский, А.П. Михайлов // Москва: Физматлит, 2002, 320 с.

26. Тарасова О.Б. Математическая статистика: практикум. Под общ. ред. О.Б. Тарасовой / О.Б. Тарасова, Е.В. Шайкина, А.Е. Шибалкин, М.В. Кагирова // Москва: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014, 136 с.

27. Тарасова О.Б. Основы математической статистики: учебное пособие под ред. А.П. Зинченко / Тарасова О.Б., Хромова Т.Ф., Шибалкин А.Е. // Москва: МСХА, 2014, 154 с.

28. Фастовец Н.О. Математическая статистика. Примеры, задачи и типовые задания: учебное пособие для нефтегазового образования / Н.О. Фастовец, М.А. Попов // Москва: «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2012, 99 с.

29. Хакимзянов Г.С. Математическое моделирование: учеб. пособие в 2 ч. Ч. 1: Общие принципы математического моделирования / Г.С. Хакимзянов, Л.Б. Чубаров, П.В. Воронина // Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т., 2010, 148 с.

30. Хакимзянов Г.С. Методы вычислений: В 4 ч. Ч. 1: Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференци-

альных уравнений / Г.С. Хакимзянов, С.Г. Черный // Новосибирск: НГУ, 2003, 148 с.

31. Хургин Я.И. Статистическое моделирование / Я.И. Хургин, Н.О. Фастовец // Москва: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003, 72 с.

32. Черный А.А. Теория и практика эффективного математического моделирования: Учебное пособие / А.А. Черный // Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2010, 419 с.

33. Фастовец Н.О. Математическая статистика. Примеры, задачи и типовые задания: учебное пособие для нефтегазового образования / Н.О. Фастовец, М.А. Попов // Москва: «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2012, 99 с.

34. Петраков Д.Г. Нефтегазопромысловое оборудование: Методические указания к самостоятельной работе студентов / Д.Г. Петраков, К.С. Купавых // Санкт-Петербургский горный университет. СПб, 2017, 19с.

Интернет-ресурсы:

- <http://ru.wikipedia.org> -Википедия;
- www.newlibrary.ru - новая электронная библиотека;
- www.edu.ru – федеральный портал российского образования;
- www.mathnet.ru – общероссийский математический портал;
- www.elibrary.ru – научная электронная библиотека;
- www.nehudlit.ru - электронная библиотека учебных материалов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ЗНАЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ БАКАЛАВРА	4
2. ПРОГРАММА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	5
3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РЕФЕРАТА	7
4. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ РЕФЕРАТОВ.....	8
5. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА.....	11
6. ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ.....	13
РЕКОМЕНДУЕМЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	36