

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Фурсов Владимир Алексеевич

Должность: И.о. директора Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета

Дата подписания: 04.06.2026 10:26:54

Уникальный программный ключ:

1c378726a41fd0143ae5bccc8ba81860b00daa62

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

для обучающихся по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине «МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ»
для студентов направления подготовки **10.03.01 Информационная
безопасность**
направленность (профиль) **Безопасность компьютерных систем**

Пятигорск, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	3
2. Цель и задачи самостоятельной работы	4
3. Технологическая карта самостоятельной работы студента	5
4. Порядок выполнения самостоятельной работы студентом	5
4.1. Методические рекомендации по работе с учебной литературой	5
4.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим и лабораторным занятиям	7
4.3. Методические рекомендации по самопроверке знаний	7
4.4. Методические рекомендации по написанию научных текстов (докладов, докладов, эссе, научных статей и т.д.)	7
4.5. Методические рекомендации по выполнению исследовательских проектов	10
4.6. Методические рекомендации по подготовке к экзаменам и зачетам	13
5. Контроль самостоятельной работы студентов	14
6. Список литературы для выполнения СРС	14

1. Общие положения

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов (СРС) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения.

К основным видам самостоятельной работы студентов относятся:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание докладов;
- подготовка к семинарам, практическим и лабораторным работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний (педагогических, психологических, методических и др.);
- выполнение учебно-исследовательских работ, проектная деятельность;
- подготовка практических разработок и рекомендаций по решению проблемной ситуации;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов;
- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин;
- выполнение выпускной квалификационной работы и др.

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Самостоятельная работа по дисциплине «Моделирование сложных информационных систем» направлена на формирование следующих **компетенций**:

Код	Формулировка:
ПК-2	Способность применять программные средства системного, прикладного и специального назначения, инструментальные средства, языки и системы программирования для решения профессиональных задач
ПК-11	Способность проводить эксперименты по заданной методике, обработку, оценку погрешности и достоверности их результатов

2. Цель и задачи самостоятельной работы

Ведущая цель организации и осуществления СРС совпадает с целью обучения студента – формирование набора общенаучных, профессиональных и специальных компетенций будущего бакалавра по соответствующему направлению подготовки

При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности. Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

3. Технологическая карта самостоятельной работы студента

Коды реализуемых компетенций	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе (акад.)		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
7 семестр					
ПК-2(ИД-1ИД-2ИД-3) ПК-11(ИД-1ИД-2ИД-3)	Самостоятельное изучение литературы и источников	Собеседование	13,68	1,52	15,2
ПК-2(ИД-1ИД-2ИД-3) ПК-11(ИД-1ИД-2ИД-3)	Подготовка лабораторным занятиям	Защита ЛР	9,72	1,08	10,8
ПК-2(ИД-1ИД-2ИД-3) ПК-11(ИД-1ИД-2ИД-3)	Написание реферата/доклада	Защита доклада	9	1	10
Итого за 7 семестр			32,4	3,6	36

4. Порядок выполнения самостоятельной работы студентом

4.1. Методические рекомендации по работе с учебной литературой

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и

вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанно читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют **четыре основные установки в чтении научного текста:**

информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)

усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)

аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)

творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;
2. Выделите главное, составьте план;

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

4.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим и лабораторным занятиям

Для того чтобы практические и лабораторные занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

4.3. Методические рекомендации по самопроверке знаний

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, провести самопроверку усвоенных знаний, ответив на контрольные вопросы по изученной теме.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение

решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

4.4. Методические рекомендации по написанию научных текстов (докладов, докладов, эссе, научных статей и т.д.)

Перед тем, как приступить к написанию научного текста, важно разобраться, какова истинная цель вашего научного текста - это поможет вам разумно распределить свои силы и время.

Во-первых, сначала нужно определиться с идеей научного текста, а для этого необходимо научиться либо относиться к разным явлениям и фактам несколько критически (своя идея – как иная точка зрения), либо научиться увлекаться какими-то известными идеями, которые нуждаются в доработке (идея – как оптимистическая позиция и направленность на дальнейшее совершенствование уже известного). Во-вторых, научиться организовывать свое время, ведь, как известно, свободное (от всяких глупостей) время – важнейшее условие настоящего творчества, для него наконец-то появляется время. Иногда именно на организацию такого времени уходит немалая часть сил и талантов.

Писать следует ясно и понятно, стараясь основные положения формулировать четко и недвусмысленно (чтобы и самому понятно было), а также стремясь структурировать свой текст. Каждый раз надо представлять, что ваш текст будет кто-то читать и ему захочется сориентироваться в нем, быстро находить ответы на интересующие вопросы (заодно представьте себя на месте такого человека). Понятно, что работа, написанная «сплошным текстом» (без заголовков, без выделения крупным шрифтом наиболее важным мест и т. п.), у культурного читателя должна вызывать брезгливость и даже жалость к автору (исключения составляют некоторые древние тексты, когда и жанр был иной и к текстам относились иначе, да и самих текстов было гораздо меньше – не то, что в эпоху «информационного взрыва» и соответствующего «информационного мусора»).

Объем текста и различные оформительские требования во многом зависят от принятых в конкретном учебном заведении порядков.

Доклад - это самостоятельное исследование студентом определенной проблемы, комплекса взаимосвязанных вопросов.

Доклад не должна составляться из фрагментов статей, монографий, пособий. Кроме простого изложения фактов и цитат, в доклад е должно проявляться авторское видение проблемы и ее решения.

Рассмотрим основные этапы подготовки а студентом.

Выполнение доклада начинается с выбора темы.

Затем студент приходит на первую консультацию к руководителю, которая предусматривает:

- обсуждение цели и задач работы, основных моментов избранной темы;
- консультирование по вопросам подбора литературы;
- составление предварительного плана.

Следующим этапом является работа с литературой. Необходимая литература подбирается студентом самостоятельно.

После подбора литературы целесообразно сделать рабочий вариант плана работы. В нем нужно выделить основные вопросы темы и параграфы, раскрывающие их содержание.

Составленный список литературы и предварительный вариант плана уточняются, согласуются на очередной консультации с руководителем.

Затем начинается следующий этап работы - изучение литературы. Только внимательно читая и конспектируя литературу, можно разобраться в основных вопросах темы и подготовиться к самостоятельному (авторскому) изложению содержания доклада. Конспектируя первоисточники, необходимо отразить основную идею автора и его позицию по исследуемому вопросу, выявить проблемы и наметить задачи для дальнейшего изучения данных проблем.

Систематизация и анализ изученной литературы по проблеме исследования позволяют студенту написать работу.

Рабочий вариант текста доклада предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со студентом обсуждает возможности доработки текста, его оформление. После доработки доклад сдается на кафедру для его оценивания руководителем.

Требования к написанию доклада

Написание 1 доклада является обязательным условием выполнения плана СРС по любой дисциплине профессионального цикла.

Тема доклада может быть выбрана студентом из предложенных в рабочей программе или фонде оценочных средств дисциплины, либо определена самостоятельно, исходя из интересов студента (в рамках изучаемой дисциплины). Выбранную тему необходимо согласовать с преподавателем.

Доклад должен быть написан научным языком.

Объем доклада должен составлять 20-25 стр.

Структура доклада:

- Введение (не более 3-4 страниц). Во введении необходимо обосновать выбор темы, ее актуальность, очертить область исследования, объект исследования, основные цели и задачи исследования.

- Основная часть состоит из 2-3 разделов. В них раскрывается суть исследуемой проблемы, проводится обзор мировой литературы и источников Интернет по предмету исследования, в котором дается характеристика степени разработанности проблемы и авторская аналитическая оценка основных теоретических подходов к ее решению. Изложение материала не должно ограничиваться лишь описательным подходом к раскрытию выбранной темы. Оно также должно содержать собственное видение рассматриваемой проблемы и изложение собственной точки зрения на возможные пути ее решения.

- Заключение (1-2 страницы). В заключении кратко излагаются достигнутые при изучении проблемы цели, перспективы развития исследуемого вопроса

- Список использованной литературы (не меньше 10 источников), в алфавитном порядке, оформленный в соответствии с принятыми правилами. В список использованной литературы рекомендуется включать работы отечественных и зарубежных авторов, в том числе статьи, опубликованные в научных журналах в течение последних 3-х лет и ссылки на ресурсы сети Интернет.

- Приложение (при необходимости).

Требования к оформлению:

- текст с одной стороны листа;
- шрифт Times New Roman;
- кегль шрифта 14;
- межстрочное расстояние 1,5;
- поля: сверху 2,5 см, снизу – 2,5 см, слева - 3 см, справа 1,5 см;
- доклад должен быть представлен в сброшюрованном виде.

Порядок защиты доклада:

Защита доклада проводится на практических занятиях, после окончания работы студента над ним и исправления всех недочетов, выявленных преподавателем в ходе консультаций. На защиту доклада отводится 5-7 минут времени, в ходе которого студент

должен показать свободное владение материалом по заявленной теме. При защите доклада приветствуется использование мультимедиа-презентации.

Оценка доклада

Доклад оценивается по следующим критериям:

- соблюдение требований к его оформлению;
- необходимость и достаточность для раскрытия темы приведенной в тексте доклада информации;
- умение студента свободно излагать основные идеи, отраженные в докладе;
- способность студента понять суть задаваемых преподавателем и сокурсниками вопросов и сформулировать точные ответы на них.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если в докладе студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует для написания доклада современные научные материалы; анализирует полученную информацию; проявляет самостоятельность при написании доклада.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если качество выполнения доклада достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы по теме доклада.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если материал доклада излагается частично, но пробелы не носят существенного характера, студент допускает неточности и ошибки при защите доклада, дает недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не подготовил доклад или допустил существенные ошибки. Студент неуверенно излагает материал доклада, не отвечает на вопросы преподавателя.

Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

4.5. Методические рекомендации по выполнению исследовательских проектов

Исследовательская проектная работа – это групповая работа, для выполнения которой необходим выбор и приложение научной методики к поставленной задаче, получение собственного теоретического или экспериментального материала, на основании которого необходимо провести анализ и сделать выводы об исследуемом явлении. Выполнение проекта – это всегда коллективная, творческая практическая работа, предназначенная для получения определенного продукта или научно-технического результата. Такая работа подразумевает четкое, однозначное формирование поставленной задачи, определение сроков выполнения намеченного, определение требований к разрабатываемому объекту.

Выполнение 1 группового проекта является обязательным условием выполнения самостоятельной работы по любой дисциплине профессионального цикла. Тема проектного задания может быть выбрана студентом из предложенных в рабочей программе или фонде оценочных средств дисциплины, либо определена самостоятельно, исходя из интересов студента (в рамках изучаемой дисциплины). Выбранную тему необходимо согласовать с преподавателем.

Требования по выполнению и оформлению проекта

При выполнении проекта приветствуется работа в группе (2-3 человека). Проект – это исследовательская работа, в ходе которой студенты должны продемонстрировать владение навыками научного исследования, умения проводить анализ, обобщать информацию, делать выводы, предлагать свои решения проблемы, рассматриваемой в проекте.

При подготовке материалов проекта студенты должны продемонстрировать владение современными методами компьютерной обработки данных.

Критерии оценки работы участника проекта.

Для каждого из участников проекта оцениваются:

- профессиональные теоретические знания в соответствующей области;
- умение работать со справочной и научной литературой, осуществлять поиск необходимой информации в Интернет;
- умение работать с техническими средствами;
- умение пользоваться соответствующими выполняемому проекту информационными технологиями;
- умение готовить материалы проекта для презентации: составлять и редактировать тексты, формировать презентацию проекта;
- умение работать в команде;
- умение публично представлять результаты собственной деятельности;
- коммуникабельность, инициативность, творческие способности.

Критерии выставления оценки участникам проекта

Оценка	Профессиональные компетенции	Компетенции, связанные с использованием соответствующих выполняемому проекту технических средств и информационных технологий	Иные универсальные компетенции (коммуникабельность, инициативность, умение работать в «команде», управленческие навыки и т.д.)	Отчетность
«Отлично»	Работа выполнена на высоком профессиональном уровне. Представленный материал в основном фактически верен, допускаются негрубые фактические неточности. Студент свободно отвечает на вопросы, связанные	Технические средства и информационные технологии освоены и использованы для реализации проекта полностью	Студент проявил инициативу, творческий подход, способность к выполнению сложных заданий, навыки работы в коллективе, организационные способности.	Проект представлен полностью и в срок.

Оценка	Профессиональные компетенции	Компетенции, связанные с использованием соответствующих выполняемому проекту технических средств и информационных технологий	Иные универсальные компетенции (коммуникабельность, инициативность, умение работать в «команде», управленческие навыки и т.д.)	Отчетность
	с проектом.			
«Хорошо»	Работа выполнена на достаточно высоком профессиональном уровне. Допущено до 4–5 фактических ошибок. Студент отвечает на вопросы, связанные с проектом, но недостаточно полно.	Обнаруживаются некоторые ошибки в использовании соответствующих технических средств и информационных технологий	Студент достаточно полно, но без инициативы и творческих находок выполнил возложенные на него задачи.	Проект представлен достаточно полно и в срок, но с некоторыми недоработками.
«Удовлетворительно»	Уровень недостаточно высок. Допущено до 8 фактических ошибок. Студент может ответить лишь на некоторые из заданных вопросов, связанных с проектом.	Обнаруживает недостаточное владение навыками работы с техническими средствами и соответствующим и информационным и технологиями	Студент выполнил большую часть возложенной на него работы.	Проект сдан со значительным опозданием (более недели) и не полностью
«Неудовлетворительно»	Работа не выполнена или выполнена на низком уровне. Допущено более 8 фактических ошибок. Ответы на связанные с проектом вопросы обнаруживают непонимание предмета и отсутствие ориентации в материале проекта.	Навыков работы с техническими средствами нет, информационные технологии не освоены	Студент практически не работал, не выполнил свои задачи или выполнил лишь отдельные не существенные поручения в групповом проекте.	Проект не сдан.

Студенты должны: защитить проект в режиме презентации, предъявить файлы выполненного проекта, уметь рассказать о технологиях, использованных ими при выполнении проекта, дать оценку работы каждого члена группы (если проект групповой).

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него

не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

4.6. Методические рекомендации по подготовке к экзаменам и зачетам

Изучение многих общепрофессиональных и специальных дисциплин завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Экзаменационная сессия - это серия экзаменов, установленных учебным планом. Между экзаменами интервал 3-4 дня. Не следует думать, что 3-4 дня достаточно для успешной подготовки к экзаменам.

В эти 3-4 дня нужно систематизировать уже имеющиеся знания. На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Во-первых, очень важно соблюдение режима дня; сон не менее 8 часов в сутки, занятия заканчиваются не позднее, чем за 2-3 часа до сна. Оптимальное время занятий - утренние и дневные часы. В перерывах между занятиями рекомендуются прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом. Во-вторых, наличие хороших собственных конспектов лекций. Даже в том случае, если была пропущена какая-либо лекция, необходимо во время ее восстановить (переписать ее на кафедре), обдумать, снять возникшие вопросы для того, чтобы запоминание материала было осознанным. В-третьих, при подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Здесь можно эффективно использовать листы опорных сигналов.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы проводится преподавателем в аудитории.

Предусмотрены следующие виды контроля: собеседование, оценка доклада, оценка презентации, оценка участия в круглом столе, оценка выполнения проекта.

Подробные критерии оценивания компетенций приведены в Фонде оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации.

Список литературы для выполнения СРС

Основная литература:

1. Воронин, А. Ю. (Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал)СКФУ в г. Пятигорске). Моделирование распределенных систем управления : учеб. пособие / А.Ю. Воронин ; Сев.-Кав. федер. ун-т. - Ставрополь : СКФУ, 2017. - 120 с. - Прил.: с. 92. - Библиогр.: с. 90

Дополнительная литература:

1. А.В. Малков, И.М. Першин. Синтез систем с распределенными параметрами.
Москва научный мир 2012, 471

2. Малков А.В., Першин И.М. Синтез распределенных регуляторов для систем управления гидrolитосферными процессами. М.: Научный мир, 2012

Методическая литература:

1. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Моделирование сложных информационных систем»
2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Моделирование сложных информационных систем»

Интернет-ресурсы:

1. <http://el.ncfu.ru/> – система управления обучением ФГАОУ ВО СКФУ.
2. <http://www.un.org> - Сайт ООН Информационно-коммуникационные технологии
3. <http://www.intuit.ru> – Интернет-Университет Компьютерных технологий.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине
«МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ»
для направления подготовки **10.03.01 Информационная безопасность**
направленность (профиль) **Безопасность компьютерных систем**

Пятигорск
2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи изучения дисциплины	17
2. Оборудование и материалы	17
3. Наименование лабораторных работ	17
4. Содержание лабораторных работ	18
Лабораторная работа № 1	32
Лабораторная работа № 2	35
Лабораторная работа № 3	37
Лабораторная работа № 4	39
Лабораторная работа № 5	40
Лабораторная работа № 6	41

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины: формирование набора универсальных и общепрофессиональных компетенций будущего бакалавра (специалиста) по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность.

Задачи освоения дисциплины: познакомить студентов с современными алгоритмами моделирования сложных информационных систем

В результате освоения дисциплины студенты должны:

Знать:

- методы и средства разработки программного обеспечения
- методы обработки и анализа результатов проведения экспериментов
- математический аппарат при моделировании сложных информационных систем

Уметь:

- выбирать необходимые методы для обработки и анализа результатов проведения экспериментов.
- оценивать средства разработки программ.

Владеть:

- навыками обработки и анализа результатов проведения экспериментов по изучению и тестированию системы обеспечения информационной безопасности или ее отдельных элементов.
- методами программирования на языках высокого уровня для решения профессиональных задач.

2. Оборудование и материалы

Для проведения лабораторных занятий необходимо следующее материально-техническое обеспечение: персональный компьютер; проектор; возможность выхода в сеть Интернет для поиска по образовательным сайтам и порталам; интерактивная доска.

3. Наименование лабораторных работ

№ Темы дисц ипли ны	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
7 семестр			

1	Лабораторная работа 1. Назначение и виды опытно-фильтрационных исследований.	6	6
1	Лабораторная работа 2. Использование аппроксимационных методов описания статических и динамических характеристик гидrolитосферных процессов.	6	6
2	Лабораторная работа 3. Разработка численной модели для моделирования гидrolитосферного процесса.	6	6
2	Лабораторная работа 4. Верификация дискретных моделей гидrolитосферных процессов.	6	6
2	Лабораторная работа 5. Синтез системы управления гидrolитосферным процессом.	6	6
3	Лабораторная работа 6. Проектирование системы обмена информацией (скважины-информационный центр	6	6
	Итого за 7 семестр	36	36
	Итого	36	36

4. Теоретические основы для выполнения лабораторных работ

1. Математические методы моделирования информационных процессов и систем

Основные этапы построения математической модели:

1. Составляется описание функционирования системы в целом;
2. Составляется перечень подсистем и элементов с описанием их функционирования, характеристик и начальных условий, а также взаимодействия между собой;
3. Определяется перечень воздействующих на систему внешних факторов и их характеристик;
4. Выбираются показатели эффективности системы, т.е. такие числовые характеристики системы, которые определяют степень соответствия системы ее назначению;
5. Составляется формальная математическая модель системы;
6. Составляется машинная математическая модель, пригодная для исследования системы на ЭВМ.

Требования к математической модели.

Требования определяются прежде всего ее назначением, т.е. характером поставленной задачи. Модель должна быть :

1. Целенаправленной;
2. Простой и понятной пользователю;
3. Достаточной с точки зрения возможностей решения поставленной задачи;
4. Удобной в обращении и управлении;

Формализация и алгоритмизация информационных процессов

С развитием вычислительной техники наиболее эффективным методом исследования больших систем стало машинное моделирование.

Сущность численного моделирования системы состоит в проведении на ЭВМ эксперимента с моделью, которая представляет собой некоторый программный комплекс, описывающий алгоритмически поведение элементов системы в процессе ее функционирования.

Информационное обеспечение должно обеспечивать возможность эффективной работы модели с базой данных систем определенного класса.

Программные и технические средства должны обеспечивать эффективную машинную реализацию модели и удобное общение с ней пользователя.

1. Схема системы мониторинга состояния гидrolитосферных процессов региона

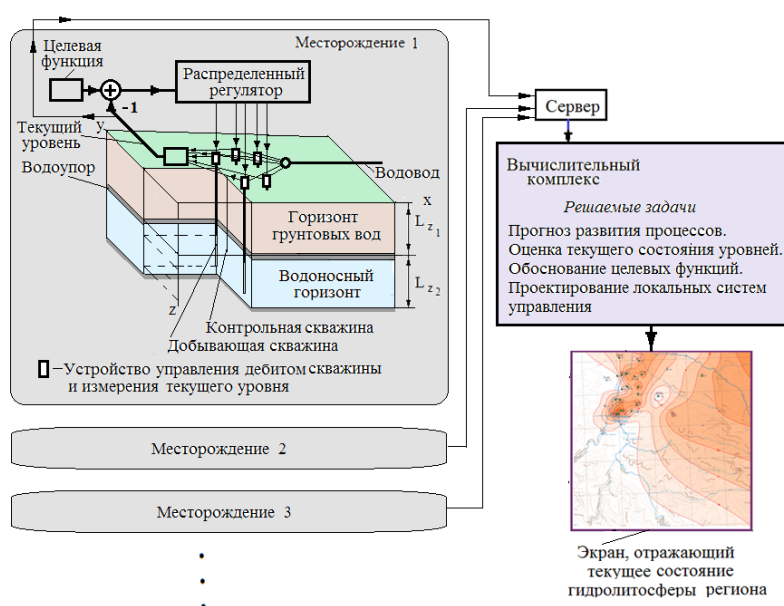


Рис.1.1. Сеть мониторинга и управления гидrolитосферными процессами региона .

Разработанная система, содержащая эффективные моделирующие комплексы, позволит решить целый ряд важных задач, связанных с сохранением, контролем и рациональным использованием уникальной гидроминеральной базы региона КМВ.

Используя моделирующие комплексы можно построить долгосрочный прогноз развития гидролитосферных процессов рассматриваемого региона.

Разработка эффективных моделирующих комплексов идет в нескольких направлениях:

1. Создание эффективных алгоритмов моделирования гидролитосферных процессов;
2. Составление долгосрочных прогнозов развития гидролитосферных процессов в рассматриваемом регионе;
3. Рациональное использование гидроминеральной базы региона КМВ;
4. Контроль за состоянием гидроминеральной базы рассматриваемого региона.

Реализация рассматриваемой сложной информационной системы позволит:

- произвести диагностику состояния гидролитосферы региона и прогноз развития гидрогеологических процессов на краткосрочную и долгосрочную перспективы;
- рассчитать оптимальные нагрузки на водоносные горизонты исходя из требований ГКЗ РФ, экологии, сан. гигиены и долгосрочных планов эксплуатации гидроминеральной базы региона;
- осуществлять адаптацию локальных систем управления, при изменении параметров гидролитосферных процессов.

Проектирование информационных систем управления и мониторинга рассмотрим ниже, на примере построения системы для северного фланга Кисловодского месторождения минеральных вод. Отметим, что статические и динамические характеристики гидролитосферных процессов изменяются во времени под действием различных факторов (изменение климатических условий и др.). На сегодняшний день выявление таких изменений осуществляется с использованием опытно-фильтрационных исследований, которые (в соответствии с нормативными материалами) осуществляются ежегодно.

2. Опытно-фильтрационные исследования северного фланга Кисловодского месторождения минеральных вод

Опытно-фильтрационные исследования были проведены по кусту скважин № 107Д (возмущающая) и двум наблюдательным: № 87 на нижневаланжинский водоносный подгоризонт, и № 107 – на верхний водоносный подгоризонт, удаленные от возмущающей скважины № 107-Д на 180 м. (см. рис. 1.2). Результаты ОФР представлены в таблице 1.2.

Общая продолжительность ОФР составляла 10 суток. Дебит скважины имел диапазон изменений от 497 м³/сут. до 527 м³/сут.

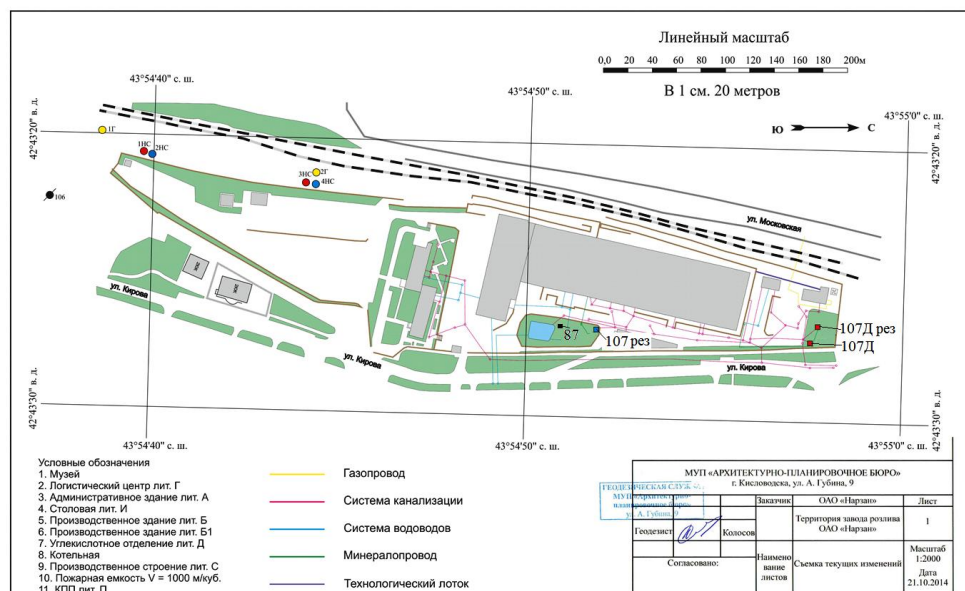


Рис. 2.2. Схема расположения скважин Северного фланга Кисловодского месторождения минеральных вод

Интерпретация данных ОФР (см. табл. 2.1) проводилась с использованием графоаналитического метода. Параметры, снятые с графика временного прослеживания по 21КВ. № 87, следующие: $A_2 = 0,0024$; $C_2 = 0,00125$; $km_2 = 146,4 \text{ м}^2/\text{сут}$; $a^*_2 = 1,2 \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{сут}$; $\mu^* = 0,00012$.

Таблица 2.1.

Результаты ОФР по скважинам Северного фланга Центрального участка

Дата, мин.	час,	$T_{оп,су}$ t	$lgt,су$ t	Скв. № 107Д			Скв. № 107			Скв. № 87		
				$Q, \text{м}^3/\text{сут}$	$H, \text{м}$	$S, \text{м}$	$H, \text{м}$	$S, \text{м}$	S/Q	$H, \text{м}$	$S, \text{м}$	S/Q
17.07.2004	10:00	0		0	12,5	0	8,4	0,00		8,20	0,00	
17.07.2004	10:20	0,01	-1,857	507	1,25	11,25						
17.07.2004	10:40	0,03	-1,556	530	1,25	11,25	8,1	0,30	0,00057	7,73	0,47	0,00089
17.07.2004	11:00	0,04	-1,38	527	1,25	11,25						
17.07.2004	11:20	0,06	-1,255	526	1,23	11,27	7,93	0,47	0,00089	7,60	0,60	0,00114
17.07.2004	11:40	0,07	-1,158	524	1,23	11,27						
17.07.2004	0,08	-1,079	522	1,25	11,25	7,85	0,55	0,0010		7,53	0,67	0,0012

12:00								5			8
17.07.2004 12:20	0,1	-1,012	521	1,22	11,28						
17.07.2004 12:40	0,11	-0,954	521	1,19	11,31	7,8	0,60	0,0011 5	7,50	0,70	0,0013 4
17.07.2004 13:05	0,13	-0,891	520	1,19	11,31						
17.07.2004 13:30	0,15	-0,836	518	1,19	11,31	7,75	0,65	0,0012 5	7,45	0,75	0,0014 5
17.07.2004 14:00	0,17	-0,778	517	1,15	11,35	7,7	0,70	0,0013 5	7,40	0,80	0,0015 5
17.07.2004 15:00	0,21	-0,681	516	1,19	11,31	7,68	0,72	0,0014 0	7,35	0,85	0,0016 5
17.07.2004 16:00	0,25	-0,602	515	1,19	11,31	7,65	0,75	0,0014 6	7,30	0,90	0,0017 5
17.07.2004 17:00	0,29	-0,535	514	1,19	11,31	7,6	0,80	0,0015 6	7,28	0,92	0,0017 9
17.07.2004 18:00	0,33	-0,477	513	1,19	11,31	7,58	0,82	0,0016 0	7,25	0,95	0,0018 5
17.07.2004 20:00	0,42	-0,38	511	1,18	11,32	7,55	0,85	0,0016 6	7,23	0,97	0,0019 0
17.07.2004 22:00	0,5	-0,301	510	1,17	11,33	7,55	0,85	0,0016 7	7,18	1,02	0,0020 0
18.07.2004 0:00	0,58	-0,234	509	1,17	11,33	7,48	0,92	0,0018 1	7,15	1,05	0,0020 6
18.07.2004 2:00	0,67	-0,176	508	1,17	11,33	7,48	0,92	0,0018 1	7,13	1,07	0,0021 1
18.07.2004 4:00	0,75	-0,125	508	1,15	11,35	7,48	0,92	0,0018 1	7,13	1,07	0,0021 1
18.07.2004 6:00	0,83	-0,079	506	1,15	11,35	7,45	0,95	0,0018 8	7,13	1,07	0,0021 1
18.07.2004 8:00	0,92	-0,038	506	1,18	11,32	7,45	0,95	0,0018 8	7,10	1,10	0,0021 7
18.07.2004 10:00	1	0	505	1,15	11,35	7,43	0,97	0,0019 2	7,10	1,10	0,0021 8
18.07.2004 12:00	1,08	0,035	505	1,14	11,36	7,43	0,97	0,0019 2	7,10	1,10	0,0021 8
18.07.2004 18:00	1,33	0,125	504	1,14	11,36	7,41	0,99	0,0019 6	7,08	1,12	0,0022 2
19.07.2004 9:10	1,97	0,293	504	1,14	11,36	7,4	1,00	0,0019 8	7,05	1,15	0,0022 8

20.07.2004 17:12	3,3	0,519	503	1,12	11,38	7,4	1,00	0,0019 9	7,01	1,19	0,0023 7
21.07.2004 9:00	3,96	0,598	502	1,11	11,39	7,4	1,00	0,0019 9	7,01	1,19	0,0023 7
21.07.2004 13:21	4,14	0,617	503	1,1	11,4	7,4	1,00	0,0019 9	7,01	1,19	0,0023 7
21.07.2004 17:01	4,29	0,633	500	1,1	11,4	7,4	1,00	0,0020 0	6,99	1,21	0,0024 2
22.07.2004 9:00	4,96	0,695	501	1,09	11,41	7,43	0,97	0,0019 4	6,99	1,21	0,0024 2
22.07.2004 12:46	5,12	0,709	497	1,08	11,42	7,4	1,00	0,0020 1	6,99	1,21	0,0024 3
22.07.2004 17:00	5,29	0,724	499	1,11	11,39	7,4	1,00	0,0020 0	6,99	1,21	0,0024 2
23.07.2004 9:00	5,96	0,775	500	1,14	11,36	7,4	1,00	0,0020 0	6,99	1,21	0,0024 2
23.07.2004 12:50	6,12	0,787	500	1,12	11,38	7,4	1,00	0,0020 0	6,99	1,21	0,0024 2
23.07.2004 17:00	6,29	0,799	499	1,11	11,39	7,4	1,00	0,0020 0	6,99	1,21	0,0024 2
24.07.2004 9:43	6,99	0,844	500	1,12	11,38	7,4	1,00	0,0020 0	6,99	1,21	0,0024 2
24.07.2004 13:00	7,13	0,853	500	1,12	11,38	7,4	1,00	0,0020 0	7,00	1,20	0,0024 0
24.07.2004 17:00	7,29	0,863	500	1,11	11,39	7,4	1,00	0,0020 0	7,00	1,20	0,0024 0
25.07.2004 9:30	7,98	0,902	500	1,11	11,39	7,4	1,00	0,0020 0	6,99	1,21	0,0024 2
25.07.2004 13:00	8,13	0,91	499	1,1	11,4	7,4	1,00	0,0020 0	6,99	1,21	0,0024 2
25.07.2004 17:00	8,29	0,919	500	1,1	11,4	7,4	1,00	0,0020 0	6,99	1,21	0,0024 2
26.07.2004 9:00	8,96	0,952	500	1,08	11,42	7,4	1,00	0,0020 0	6,99	1,21	0,0024 2
26.07.2004 12:45	9,11	0,96	499	1,1	11,4	7,4	1,00	0,0020 0	6,99	1,21	0,0024 2
26.07.2004 17:00	9,29	0,968	499	1,1	11,4	7,4	1,00	0,0020 0	7,00	1,20	0,0024 0
27.07.2004 8:28	9,94	0,997	500	1,11	11,39	7,35	1,05	0,0021 0	7,00	1,20	0,0024 0

Средний дебит входного воздействия составляет $508 \text{ м}^3/\text{сут.}$

Рассмотрим метод проектирования распределенных систем управления куста скважин, используя результаты экспериментальных исследований возмущающей скважины № 107Д и контрольной скважины № 87.

Входным воздействием на рассматриваемый объект служит средний дебит возмущающей скважины № 107Д, а функцией выхода – изменение уровня (понижение) скважин № 107Д и № 87. Расстояние между рассматриваемыми скважинами составляет 180м. Определим статические коэффициенты передачи:

K_1 =удельное понижение скважины (понижение уровня в скв.№ 107Д/средний дебит) $=(12.5-1.11)/508=0.0224$.

K_2 =коэффициент гидравлического взаимодействия скважин (понижение уровня в скв.№ 87/средний дебит) $=(8.2-7)/508=0.00236$.

3. Определение параметров звена, аппроксимирующего удельное понижение уровня в заданной точке

В рассматриваемом случае имеется одно входное воздействие (дебит добывающей скважины) и две функции выхода (см. рис. 1.1). По сути, рассматривается условно сосредоточенная система [1]. Исследования, приведенные в [2-6] показывают, что для описания статических характеристик (удельного понижения уровня в заданной точке) рассматриваемых объектов используется следующая структура аппроксимирующего звена:

$$W_a = \frac{K}{\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot r); \beta = (D)^{1/2}, \quad (3.1)$$

где: D , K , a - определяемые параметры, r - расстояние от возмущающей скважины до измеряемой точки.

Процедура определения параметров аппроксимирующего звена распадается на следующие этапы:

1. Приравнявая статические коэффициенты усиления аппроксимирующего звена значению K_1 и K_2 , получим систему уравнений :

$$\begin{cases} K_1 = \frac{K}{\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot r_0) \\ K_2 = \frac{K}{\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot r_2), \beta = (D)^{1/2} \end{cases} \quad (3.2)$$

2. Подставляя вычисленные значения: $K_1=0.0224$; $K_2=0.00236$; $r_0=0.2$; $r_2=180$ в (1.2), получим

$$\begin{cases} 0.0224 = \frac{K}{\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot 0.2) \\ 0.00236 = \frac{K}{\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot 180), \beta = (D)^{1/2} \end{cases} \quad (3.3)$$

Решая систему уравнений (3.3), приходим к следующему результату:

$K=0.00028106$; $D=0.00015665$.

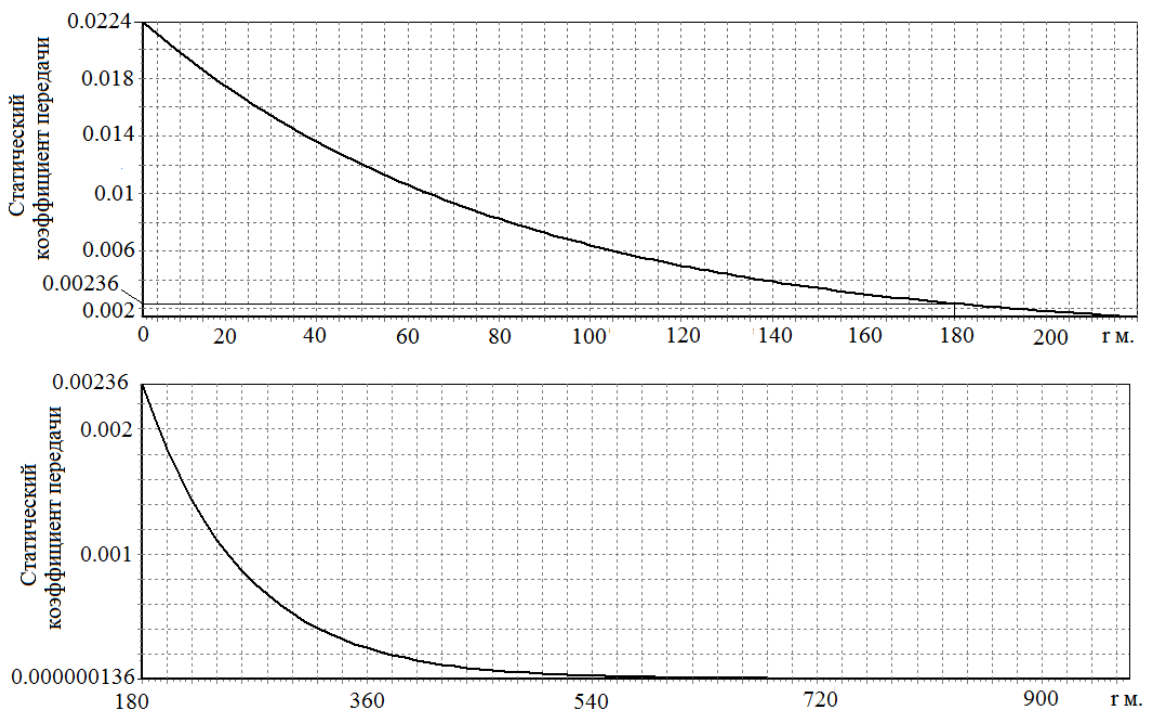


Рис.3.1. График коэффициента гидравлического взаимодействия скважин

3. Коэффициента гидравлического взаимодействия скважин рассматриваемого объекта записывается в виде:

$$W_a = \frac{0.00028106}{\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot r), \quad \beta = (0.00015665)^{1/2}, r_0 \leq r. \quad (1.4)$$

На рис.3.1 показан график коэффициента гидравлического взаимодействия скважин, при изменении r .

4. Математическая модель объекта управления

Математическая модель гидролитосферных процессов рассматриваемого месторождения (см. рис.4.1) может быть записана в виде:

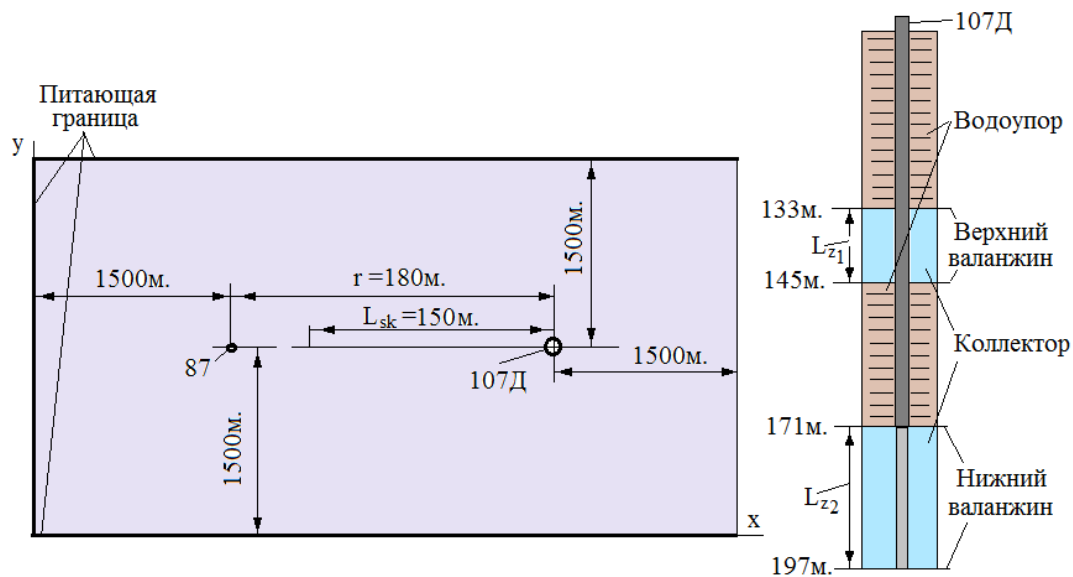


Рис. 4.1. Схема расположения скважин

Верхний валанжин

$$\frac{\partial H_1(x, y, z, \tau)}{\partial \tau} = \frac{1}{\eta_1} \left(k_{1,x} \frac{\partial^2 H_1(x, y, z, \tau)}{\partial x^2} + k_{1,y} \frac{\partial^2 H_1(x, y, z, \tau)}{\partial y^2} + k_{1,z} \frac{\partial^2 H_1(x, y, z, \tau)}{\partial z_1^2} \right);$$

$$0 < x < L_x; 0 < y < L_y; 0 < z < L_{z_1}$$

Нижний валанжин

$$\frac{\partial H_2(x, y, z, \tau)}{\partial \tau} = \frac{1}{\eta_2} \left(k_{2,x} \frac{\partial^2 H_2(x, y, z, \tau)}{\partial x^2} + k_{2,y} \frac{\partial^2 H_2(x, y, z, \tau)}{\partial y^2} + k_{2,z} \frac{\partial^2 H_2(x, y, z, \tau)}{\partial z_2^2} \right) + V \cdot \delta(x_0, y_0);$$

$$0 < x < L_x; 0 < y < L_y; 0 < z < L_{z_2}$$

где: H_i – напор в изучаемом i -м водоносном горизонте ($i=1,2$);

$k_{i,x}, k_{i,y}, k_{i,z}$ – коэффициенты фильтрации по пространственным координатам i -го пласта

($i=1,2$); η_i – упругость i -го пласта ($i=1,2$);

$V = -Q \cdot K_\phi$ – воздействие добывающей скважины на напор (Q – дебит добывающей скважины, K_ϕ – заданный коэффициент);

$\delta(x_0, y_0)$ – функция, равная единице, если $x=x_0, y=y_0$ и равная нулю в других случаях (в рассматриваемой скважине 107Д осуществляется совершенный водозабор); x, y, z – пространственные координаты; τ – время.

Граничные условия между пластами задаются в виде

(условия Дарси)

$$H_1(x, y, L_{z_1}, \tau) = H_1(x, y, L_{z_1}, \tau) + b_1 \cdot (H_2(x, y, 0, \tau) - H_1(x, y, L_{z_1}, \tau)) \cdot \partial \tau,$$

$$H_2(x, y, 0, \tau) = H_2(x, y, 0, \tau) - b_1 \cdot (H_2(x, y, 0, \tau) - H_1(x, y, L_{z_1}, \tau)) \cdot \partial \tau.$$

где b_1 —параметр перетекания.

Верхняя граница верхнего пласта

$$\partial H_1(x, y, 0, \tau) / \partial z = 0.$$

Нижняя граница нижнего пласта

$$\partial H_2(x, y, L_{z_2}, \tau) / \partial z = 0.$$

Боковые грани.

$$H_1(0, y, z, \tau) = H_{1,0}; H_2(0, y, z, \tau) = H_{2,0},$$

$$\partial H_1(L_x, y, z, \tau) / \partial x = 0; \partial H_2(L_x, y, z, \tau) / \partial x = 0.$$

При формировании граничных условий по координате y , полагаем, что мощность пластов такова, что возмущения от заборных скважин не влияют на состояние пласта в граничных точках:

$$H_i(x, 0, z, \tau) = H_i(x, L_y, z, \tau) = H_{i,0}(x, y, z, \tau), (i=1,2),$$

где: $H_{1,0}$, $H_{2,0}$ — начальные состояния невозмущенных грунтовых вод и пластов, которые заданы в виде:

$$H_{1,0}(x, y, z, 0) = 193 - 50 \cdot x / L_x, 0 \leq x \leq L_x, 0 \leq y \leq L_y, 0 \leq z \leq L_{z1},$$

$$H_{2,0}(x, y, z, 0) = 193 - 50 \cdot x / L_x, 0 \leq x \leq L_x, 0 \leq y \leq L_y, 0 \leq z \leq L_{z2},$$

Используя приведенную выше математическую модель объекта управления, запишем дискретную модель.

Верхний валанжин

$$\begin{aligned} \frac{\Delta H_{1,\eta,\gamma,\xi}}{\Delta \tau} = & \frac{1}{\eta_1} (k_{1,x} \frac{H_{1,\eta-1,\gamma,\xi} - 2 \cdot H_{1,\eta,\gamma,\xi} + H_{1,\eta+1,\gamma,\xi}}{(\Delta x)^2} + \\ & + k_{1,y} \frac{H_{1,\eta,\gamma-1,\xi} - 2 \cdot H_{1,\eta,\gamma,\xi} + H_{1,\eta,\gamma+1,\xi}}{(\Delta y)^2} + \\ & + k_{1,z} \frac{H_{1,\eta,\gamma,\xi-1} - 2 \cdot H_{1,\eta,\gamma,\xi} + H_{1,\eta,\gamma,\xi+1}}{(\Delta z_1)^2}); \end{aligned}$$

$$2 < \eta < N_x - 1; 2 < \gamma < N_y - 1; 2 < \xi < N_{z1} - 1.$$

Нижний валанжин

$$\frac{\Delta H_{2,\eta,\gamma,\xi}}{\Delta \tau} = \frac{1}{\eta_2} (k_{2,x} \frac{H_{2,\eta-1,\gamma,\xi} - 2 \cdot H_{2,\eta,\gamma,\xi} + H_{2,\eta+1,\gamma,\xi}}{(\Delta x)^2} +$$

$$+ k_{2,y} \frac{H_{2,\eta,\gamma-1,\xi} - 2 \cdot H_{2,\eta,\gamma,\xi} + H_{2,\eta,\gamma+1,\xi}}{(\Delta y)^2} +$$

$$+ k_{2,z} \frac{H_{2,\eta,\gamma,\xi-1} - 2 \cdot H_{2,\eta,\gamma,\xi} + H_{2,\eta,\gamma,\xi+1}}{(\Delta z_2)^2}) + V_{2,\gamma} \cdot \delta_{\eta,\gamma,\xi};$$

$$2 < \eta < N_x - 1; 2 < \gamma < N_y - 1; 2 < \xi < N_{z3} - 1$$

где: N_x, N_y – число точек дискретизации по координатам x и y соответственно; N_{zi} – число точек дискретизации i -го пласта по координате z ($i=1,2$). Аналогичным образом запишем дискретные модели граничных условий.

Граничные условия между пластами

$$H_{1,\eta,\gamma,N_{z1}} = H_{1,\eta,\gamma,N_{z1}} + b_1 \cdot (H_{2,\eta,\gamma,1} - H_{1,\eta,\gamma,N_{z1}}) \cdot \Delta \tau,$$

$$H_{2,\eta,\gamma,1} = H_{2,\eta,\gamma,1} - b_1 \cdot (H_{2,\eta,\gamma,1} - H_{1,\eta,\gamma,N_{z1}}) \cdot \Delta \tau..$$

Верхняя граница верхнего пласта

$$H_{1,\eta,\gamma,1} = H_{1,\eta,\gamma,2}, \quad 2 < \eta < N_x - 1; 2 < \gamma < N_y - 1.$$

Нижняя граница нижнего пласта

$$H_{2,\eta,\gamma,N_{z2}} = H_{2,\eta,\gamma,N_{z2}-1}, \quad 2 < \eta < N_x - 1; 2 < \gamma < N_y - 1.$$

Для формирования граничных условий по координате y полагаем, что возмущения от заборных скважин не влияют на состояние пласта в граничных точках

$$h_{1,\eta,1,\xi} = h_{1,\eta,N_y,\xi} = h_{1,1,\gamma,\xi} = h_{1,0,\xi},$$

$$H_{i,\eta,1,\xi} = H_{i,\eta,N_y,\xi} = H_{i,1,\gamma,\xi} = H_{i,0}, \quad (i=2..3),$$

$$2 < \eta < N_x - 1; 2 < \xi < N_{z3} - 1,$$

$$h_{1,\eta,\gamma,1} = 0,$$

$$H_{i,N_x,\gamma,\xi} = H_{i,N_x-1,\gamma,\xi}, \quad (i=2..3),$$

$$2 < \gamma < N_y - 1; 2 < \xi < N_3 - 1.$$

Таблица 4.1

Значения геометрических параметров объекта

	Обозначения	Размер,
Длина моделируемой	L_x	3180м.

области		
Ширина моделируемой области	L_y	3000м.
Толщина I пласта	L_{z_1}	12м.
Толщина II пласта	L_{z_2}	26м.

По данным геологоразведочных работ были определены численные значения физических параметров, используемые при моделировании объекта управления (см. табл.4.2) (значения параметров приведены в системе «СИ»).

Таблица 4.2

Значения физических параметров объекта

Верхний пласт	Нижний пласт
$k_{x1}=148.4/86400;$ $k_{y1}=24.64/86400;$ $k_{z1}=14.64/86400;$ $\eta_1=0.00012$	$k_{x2}=148.4/86400;$ $k_{y2}=24.64/86400;$ $k_{z2}=14.64/86400;$ $\eta_2=0.00012;$ $b_1=0.00128/86400;$

При моделировании гидролитосферного процесса было выбрано следующее число точек дискретизации по пространственным координатам

$x \rightarrow \eta = 1..107; y \rightarrow \gamma = 1..76; z_i \rightarrow \xi = 1..9 ; i=1,2.$

Добывающая скважина располагается в нижнем пласте и моделируется с использованием следующих точек дискретизации: $\eta = 50; \gamma = 38.$

Измерение функции выхода ($H_{2,\eta,\gamma,\xi}(\tau)$) осуществляется в точке: $\eta = 45; \gamma = 38; \xi = 5.$

5. Верификация параметров математической модели

Распределенные объекты обладают особенностью [4-7], динамические и статические характеристики непрерывной модели (описываемой уравнениями в частных производных) и дискретной модели (описываемой дискретными соотношениями) существенно отличаются. Под верификацией дискретной модели будем полагать достижение близости статических и динамических характеристик, полученных по результатам ОФР по скважинам Северного фланга Центрального участка и статических и

динамических характеристики дискретной модели. Статические характеристики, полученные экспериментальным путем (ОФР): коэффициенты передачи $K_1=0.0224$; $K_2=0.00236$. В результате экспериментальных исследований получено, что чистое запаздывание возмущения от добывающей скважины 107Д до контрольной скважины 87 составляет 27 минут. Подкорректируем параметры дискретной модели для достижения близости статических и динамических характеристик, полученных в результате ОФР. Скорректированные параметры объекта приведены в табл.4.3

Табл.4.3

Значения скорректированных параметров объекта

Верхний пласт	Нижний пласт
$k_{x1}=148.4/86400$;	$k_{x2}=148.4/86400$;
$k_{y1}=14.64/86400$;	$k_{y2}=7.34/86400$;
$k_{z1}=14.64/86400$;	$k_{z2}=3.95/86400$;
$\eta_1:=0.000128$	$\eta_2:=0.0008$;
	$b_1:=0.000012/864$;

$$K_{\phi} = 20.51747163 \text{ .}$$

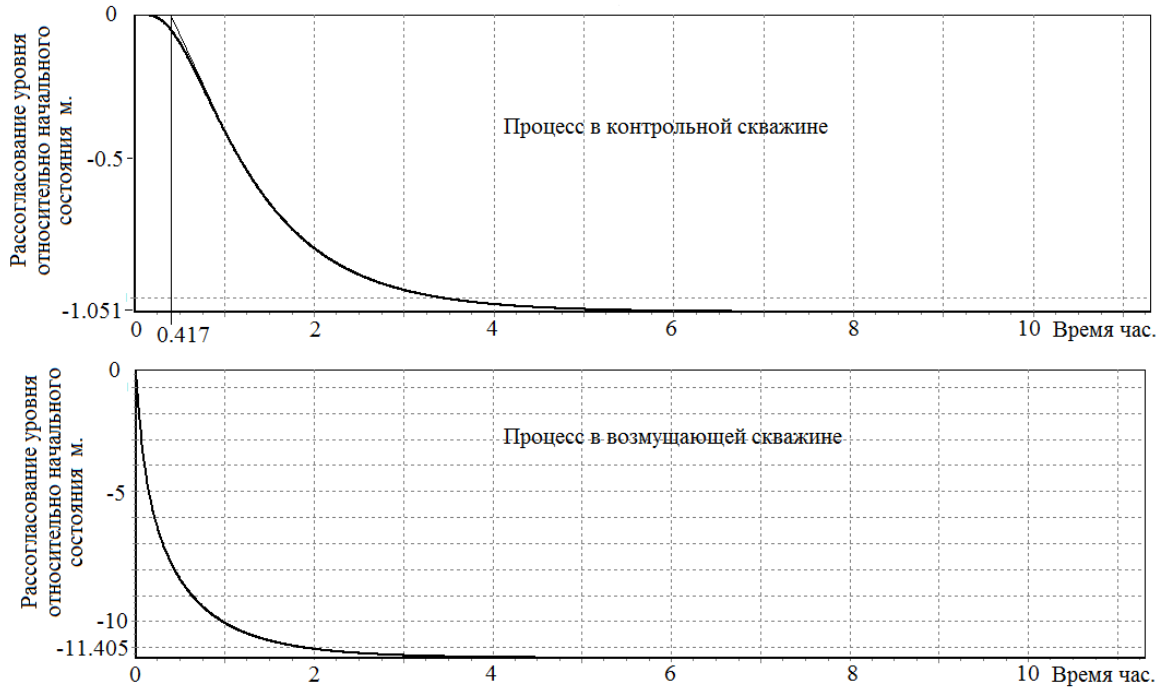


Рис.4.2. Переходные процессы в скорректированной модели

Коэффициенты передачи скорректированной модели (см. рис.4.2) :

$$K_1=11.405/508=0.02245; K_2=1.051/508=0.002069;$$

время запаздывания возмущения от добывающей скважины 107Д до контрольной скважины 87 составляет 0.417ч. (25 минут). Полученные значения параметров близки значениям, полученным в результате ОФР.

Лабораторная работа № 1

Тема: Назначение и виды опытно-фильтрационных исследований.

Цель работы: изучение документации о видах опытно-фильтрационных исследований

Формируемые компетенции:

Код	Формулировка:
ПК-2	Способность применять программные средства системного, прикладного и специального назначения, инструментальные средства, языки и системы программирования для решения профессиональных задач
ПК-11	Способность проводить эксперименты по заданной методике, обработку, оценку погрешности и достоверности их результатов

Теоретическая часть:

Назначение и виды опытно-фильтрационных исследований

Полевые опытно-фильтрационные работы являются основным методом определения гидрогеологических параметров водоносных горизонтов. Они представляют собой откачки из скважин, имеющих различную продолжительность, режим возмущения и схему самого куста. В зависимости от назначения и стадии исследования откачки подразделяются на три вида [41]: пробные, опытные и опытно-фильтрационные.

Пробные откачки проводятся на всех вновь пробуренных гидрогеологических скважинах независимо от их назначения (разведочные, эксплуатационные, наблюдательные), а также на самых ранних стадиях геологического изучения объекта. Пробные откачки выполняются по схеме одиночных с постоянным дебитом или понижением на одну ступень возмущения. Продолжительность их не превышает 1 – 5 суток.

Основное назначение пробных откачек – оценка водообильности разреза, предварительное определение основных гидрогеологических параметров, гидравлических характеристик скважины, химического состава подземных вод.

Опытные откачки являются основным видом опытных работ, позволяют наиболее надежно и полно оценить фильтрационные свойства горизонтов. Проводятся опытные откачки для решения следующих задач:

- определение основных гидрогеологических параметров водоносных горизонтов;
- качественная оценка гидравлической связи водоносных горизонтов;

- определение гидравлических характеристик скважины, коэффициентов взаимодействия с соседними;

- изучение закономерности изменения минерального состава подземных вод от активности возмущения.

Опытные откачки выполняются по схеме кустовых (реже одиночных), не менее чем на две ступени возмущения, при постоянном дебите на каждой ступени. Продолжительность опытных откачек составляет 7 – 10 суток на каждой ступени.

Опытно-эксплуатационные откачки проводятся на стадии детальной разведки в сложных гидродинамических или гидрогеохимических условиях. Проводятся из одной или нескольких скважин, довольно длительное время (1 – 3 месяца), с дебитом близким к проектному. Цель опытно-эксплуатационных откачек – установить закономерности динамики уровня и минерального состава подземных вод при заданных нагрузках.

Эксплуатационные откачки – самая продолжительная стадия исследований, охватывающая весь период эксплуатации объекта. Многими авторами [4,21,22] эксплуатационная откачка рассматривается как самостоятельный вид исследований (эксплуатационная разведка). Режим возмущения на этой стадии определяется заявленной потребностью, носит ступенчатый характер и производится из группы эксплуатационных скважин. Эксплуатационная разведка – самый информативный этап исследований. В процессе эксплуатации ведется гидрогеологический мониторинг по эксплуатационным и сети наблюдательных скважин. Информация, полученная в результате эксплуатационной разведки, используется для корректировки расчетной схемы объекта, обоснования рациональных режимов эксплуатации и периодической переоценки запасов по факту длительной эксплуатации.

Стадия характеризуется масштабностью работ, широким использованием методов математического моделирования, решением эпигнозных и прогнозных задач, применением геофизических, экологических исследований, и, учитывая объемы, она справедливо выделена в самостоятельный вид исследований.

Оборудование и материалы: лабораторная работа проводится на основании материалов ОФР «Нарзан-гидроресурсы» с использованием документации по кисловодскому месторождению минеральных вод.

Указания по технике безопасности:

Соответствует технике безопасности с компьютерной техникой.

Задания: изучение документации о видах опытно-фильтрационных исследований, проводимых ТОО «Нарзан-гидроресурсы»

Содержание отчета:

1. Тема опытно-фильтрационные исследования Кисловодского месторождения минеральных вод

2. Цель работы знакомство с назначением и видами опытно-фильтрационных исследований

3. Задание к лабораторной работе

4. Изучить технику и методику проведения опытно-фильтрационных работ на Кисловодском месторождении минеральных вод.

5. Заключение и выводы

Контрольные вопросы:

1.Опишите методику проведения опытно-фильтрационных работ

2.Поясните цель проведения опытно-фильтрационных работ.

3.Приведите примеры проведения опытно-фильтрационных работ.

Список литературы:

1 А.В. Малков, И.М. Першин. Синтез систем с распределенными параметрами. Москва научный мир 2012, 471

2.Малков А.В., Першин И.М. Синтез распределенных регуляторов для систем управления гидrolитосферными процессами. М.: Научный мир,2012

Лабораторная работа № 2

Тема: использование аппроксимационных методов описания статических и динамических характеристик гидролитосферных процессов.

Цель работы: изучение методики определения параметров аппроксимационных моделей с использованием результатов опытно-фильтрационных работ.

Формируемые компетенции:

Код	Формулировка:
ПК-2	Способность применять программные средства системного, прикладного и специального назначения, инструментальные средства, языки и системы программирования для решения профессиональных задач
ПК-11	Способность проводить эксперименты по заданной методике, обработку, оценку погрешности и достоверности их результатов

Теоретическая часть рассмотрена выше.

Оборудование и материалы: лабораторная работа проводится в компьютерном классе с использованием результатов ОФР ТОО «Нарзан-гидроресурсы»

Указания по технике безопасности:

Соответствует технике безопасности с компьютерной техникой.

Задания: используя результаты опытно-фильтрационных работ, определить параметры аппроксимирующих моделей.

Содержание отчета:

1. Тема.
2. Цель работы.
3. Задание к лабораторной работе.
4. Результаты вычислений.
5. Заключение и выводы

Контрольные вопросы:

1. Поясните методику определения коэффициента взаимодействия скважин
2. Поясните методику определения фазового сдвига сигнала выхода относительно входного воздействия
3. Поясните методику определения параметров аппроксимационной модели.

Список литературы:

- 1 А.В. Малков, И.М. Першин. Синтез систем с распределенными параметрами. Москва научный мир 2012, 471

2.Малков А.В., Першин И.М. Синтез распределенных регуляторов для систем управления гидrolитосферными процессами. М.: Научный мир,2012

Лабораторная работа № 3

Тема: Разработка численной модели для моделирования гидrolитосферного процесса.

Цель работы: знакомство с методикой моделирования гидrolитосферных процессов.

Формируемые компетенции:

Код	Формулировка:
ПК-2	Способность применять программные средства системного, прикладного и специального назначения, инструментальные средства, языки и системы программирования для решения профессиональных задач
ПК-11	Способность проводить эксперименты по заданной методике, обработку, оценку погрешности и достоверности их результатов

Оборудование и материалы: компьютерный класс

Указания по технике безопасности:

Соответствует технике безопасности с компьютерной техникой.

Задания: ознакомится с методами моделирования гидrolитосферных процессов, отладка программы расчета процессов в гидrolитосфере.

Содержание отчета:

1. Тема
2. Цель работы
3. Задание к лабораторной работе
4. материалы вычислений.
5. Заключение и выводы

Контрольные вопросы:

1. Поясните методы моделирования гидrolитосферных процессов.
2. Поясните формирования дискретных моделей граничных условий.
3. Каким образом реализуется входное воздействие на гидrolитосферный пласт в дискретной модели. .

Список литературы:

- 1 А.В. Малков, И.М. Першин. Синтез систем с распределенными параметрами. Москва научный мир 2012, 471
- 2.Малков А.В., Першин И.М. Синтез распределенных регуляторов для систем управления гидrolитосферными процессами. М.: Научный мир,2012

Лабораторная работа № 4

Тема: Верификация дискретных моделей гидrolитосферных процессов.

Цель работы: знакомство с методами верификации гидrolитосферных процессов.

Формируемые компетенции:

Код	Формулировка:
ПК-2	Способность применять программные средства системного, прикладного и специального назначения, инструментальные средства, языки и системы программирования для решения профессиональных задач
ПК-11	Способность проводить эксперименты по заданной методике, обработку, оценку погрешности и достоверности их результатов

Оборудование и материалы: лаборатория, оснащенная компьютерной техникой

Указания по технике безопасности:

Соответствует технике безопасности с компьютерной техникой.

Задания: для рассматриваемого месторождения минеральных вод построить гидравлическую модель

Содержание отчета:

1. Тема
2. Цель работы
3. Задание к лабораторной работе
4. Расчетные характеристики гидравлической модели
5. Заключение и выводы

Контрольные вопросы:

1. Поясните физическую сущность гидравлических моделей водоносных горизонтов.
2. Отличие и взаимосвязь различных моделей описания гидrolитосферных процессов
3. Поясните схемы вычисления гидравлических параметров.

Список литературы:

- 1 А.В. Малков, И.М. Першин. Синтез систем с распределенными параметрами. Москва научный мир 2012, 471
- 2.Малков А.В., Першин И.М. Синтез распределенных регуляторов для систем управления гидrolитосферными процессами. М.: Научный мир,2012

Лабораторная работа № 5

Тема: Синтез системы управления гидrolитосферным процессом.

Цель работы: проектирования системы управления гидrolитосферными процессами.

Формируемые компетенции:

Код	Формулировка:
ПК-2	Способность применять программные средства системного, прикладного и специального назначения, инструментальные средства, языки и системы программирования для решения профессиональных задач
ПК-11	Способность проводить эксперименты по заданной методике, обработку, оценку погрешности и достоверности их результатов

Оборудование и материалы: лаборатория, оснащенная компьютерной техникой

Указания по технике безопасности:

Соответствует технике безопасности с компьютерной техникой.

Задания: синтезировать систему управления гидrolитосферным процессом в соответствии с заданными параметрами (задание выдает преподаватель)

Содержание отчета:

1. Тема
2. Цель работы
3. Задание к лабораторной работе
4. Результаты вычислений целевых функций.
5. Заключение и выводы

Контрольные вопросы:

1. Что такое целевая функция.
2. Физическая сущность критерия оптимальности.
3. Поясните структурную схему системы управления гидrolитосферным процессом.

Список литературы:

- 1 А.В. Малков, И.М. Першин. Синтез систем с распределенными параметрами. Москва научный мир 2012, 471
- 2.Малков А.В., Першин И.М. Синтез распределенных регуляторов для систем управления гидrolитосферными процессами. М.: Научный мир,2012

Лабораторная работа № 6

Тема: Проектирование системы обмена информацией (скважины-информационный центр

Цель работы: проектирование системы диагностики, управления, моделирования и развития гидrolитосферных процессов на ближнюю и дальнюю перспективы.

Формируемые компетенции:

Код	Формулировка:
ПК-2	Способность применять программные средства системного, прикладного и специального назначения, инструментальные средства, языки и системы программирования для решения профессиональных задач
ПК-11	Способность проводить эксперименты по заданной методике, обработку, оценку погрешности и достоверности их результатов

Оборудование и материалы: лаборатория, оснащенная компьютерной техникой

Указания по технике безопасности:

Соответствует технике безопасности с компьютерной техникой.

Задания: разработать структурную схему системы диагностики, управления, моделирования и развития гидrolитосферных процессов на ближнюю и дальнюю перспективы.

Содержание отчета:

1. Тема
2. Цель работы
3. Задание к лабораторной работе
4. результаты расчетов
5. Заключение и выводы

Контрольные вопросы:

1. Поясните цель создания системы диагностики, управления, моделирования и развития гидrolитосферных процессов на ближнюю и дальнюю перспективы.
2. Поясните работу и задачи моделирующего блока.
3. Поясните организацию системы передачи и приема информации.

Список литературы:

- 1 А.В. Малков, И.М. Першин. Синтез систем с распределенными параметрами. Москва научный мир 2012, 471

2.Малков А.В., Першин И.М. Синтез распределенных регуляторов для систем управления гидrolитосферными процессами. М.: Научный мир,2012