

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.02 СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Направление подготовки (специальность) 21.04.01 Нефтегазовое дело

Профиль подготовки (специализация) 21.04.01.01 Трубопроводный инжиниринг

Форма обучения очная

Год набора 2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили

Профессор, докт. техн. наук Агафонов Евгений Дмитриевич

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины:

Целью преподавания дисциплины «Системный анализ и моделирование» является приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков в области анализа и проектирования сложных систем в нефтегазовой отрасли в целом, и трубопроводном транспорте в частности, а также построения математических моделей указанных систем и их элементов с использованием средств вычислительной техники. Дисциплина необходима при выполнении научно-исследовательской работы студентов, а также в их дальнейшей профессиональной деятельности.

1.2 Задачи изучения дисциплины:

Задачами изучения дисциплины «Системный анализ и моделирование» являются изучение принципов и технологии системного анализа сложных отраслевых систем, знакомство с некоторыми подходами к построению математических моделей указанных систем, включая модели в форме дифференциальных уравнений, а также интеллектуальные модели, основанные на результатах наблюдений технологических параметров объектов трубопроводного транспорта.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы высшего образования:

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине |
|---|--|
| ОПК-2 Способен осуществлять проектирование объектов нефтегазового производства | |
| ОПК-2.1 Использует знание алгоритма организации выполнения работ в процессе проектирования объектов нефтегазовой отрасли | знает основные положения и этапы системного анализа умеет организовать выполнение работ по проектированию объектов нефтегазовой отрасли владеет алгоритмом организации выполнения работ в процессе проектирования объектов нефтегазовой отрасли |
| ОПК-2.2 Осуществляет сбор исходных данных для составления технического проекта на проектирование технологического процесса, объекта | знает технологические параметры для составления математической модели технологического процесса умеет формулировать цели выполнения работ предлагать пути их достижения, строить математические модели технологических процессов трубопроводного транспорта владеет навыками составления технического проекта на проектирование технологического процесса, объекта |
| ОПК-2.3 Выбирает соответствующие программные продукты или их части для решения конкретных профессиональных задач | знает программные продукты, используемые в трубопроводном транспорте умеет решать конкретные задачи с применением программного обеспечения владеет системами автоматизированного проектирования технологических процессов трубопроводного транспорта |

Дисциплина реализуется без применения ЭО и ДОТ

2 Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы | Всего, зачетных единиц (акад.час) | Семестр |
|---|--|----------|
| | | 1 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 3 (108) | 3 (108) |
| Контактная работа с преподавателем: | 0,8 (30) | 0,8 (30) |
| занятия лекционного типа | 0,4 (14) | 0,4 (14) |
| практические занятия | 0,4 (16) | 0,4 (16) |
| Самостоятельная работа обучающихся | 2,2 (78) | 2,2 (78) |
| Вид промежуточной аттестации (Зачет) | | Зачёт |

3 Содержание дисциплины (модуля)

| № п/п | Вид работ | Темы занятия | Объем часов | Семестр /курс | Часы в эл. формате |
|-------|-----------|--|-------------|---------------|--------------------|
| 1. | Лек | Основные положения системного анализа | 2 | 1 | |
| 2. | Пр | Основные положения системного анализа | 2 | 1 | |
| 3. | Ср | Изучение теоретического материала | 8 | 1 | |
| 4. | Лек | Этапы системного анализа сложных систем | 2 | 1 | |
| 5. | Пр | Этапы системного анализа сложных систем | 2 | 1 | |
| 6. | Ср | Изучение теоретического материала | 8 | 1 | |
| 7. | Лек | Модели в системном анализе. Классификация моделей | 2 | 1 | |
| 8. | Пр | Модели в системном анализе. Классификация моделей | 2 | 1 | |
| 9. | Ср | Изучение теоретического материала | 8 | 1 | |
| 10. | Лек | Математические модели, основанные на физических принципах | 2 | 1 | |
| 11. | Пр | Математические модели, основанные на физических принципах. Гидравлика установившихся режимов | 2 | 1 | |
| 12. | Пр | Математические модели, основанные на физических принципах. Модели нестационарного течения жидкости | 2 | 1 | |
| 13. | Ср | Изучение теоретического материала | 8 | 1 | |
| 14. | Лек | Регрессионные модели | 2 | 1 | |
| 15. | Пр | Регрессионные модели | 2 | 1 | |
| 16. | Ср | Изучение теоретического материала | 10 | 1 | |
| 17. | Лек | Интеллектуальный анализ данных | 4 | 1 | |
| 18. | Пр | Интеллектуальный анализ данных | 4 | 1 | |
| 19. | Ср | Изучение теоретического материала | 14 | 1 | |
| 20. | РГР | Выполнение расчетно-графических работ | 22 | 1 | |
| 21. | Зачёт | Проведение зачета | | 1 | |

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Воскобойников Ю. Е. Регрессионный анализ данных в пакете Mathcad: учеб. пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2011. - 224 с..
2. Болдин А. П., Максимов В. А. Основы научных исследований: учебник. - М.: Академия, 2014. - 352 с..
3. Корнев Г. Н., Яковлев В. Б. Системный анализ: Учебник. - Москва: Издательский Центр РИО, 2016. - 308 с..
4. Тихомирова О. Г. Управление проектом: комплексный подход и системный анализ: Монография. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016. - 300 с..
5. Системный анализ, оптимизация и принятие решений. [Электронный ресурс]: Учебник.. - Москва: ООО "КУРС", 2017. - 256 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=636142> .
6. Кузнецов В. А., Черепашин А. А. Системный анализ, оптимизация и принятие решений.: учебник. - Москва: ООО "КУРС", 2017. - 256 с..
7. Истягина Е. Б., Радзюк А. Ю., Стебелева О. П. Математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебно-методический комплекс [для студентов напр. магистратуры 140100.68 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиля подготовки 140100.68.01 «Энергетика теплотехнологий»]. - Красноярск: СФУ, 2016. - – Режим доступа: http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/ELIB_DC/UMKD/i-903522473.zip .
8. Мельниченко А. С. Анализ данных в материаловедении. Часть 2. Регрессионный анализ [Электронный ресурс]:. - Москва: МИСИС, 2014. - – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=69760 .
9. Иконников О.А. Системный анализ и исследование операций [Электронный ресурс]: [учеб.-метод. материалы к изучению дисциплины для ...27.04.03.02 Системный анализ данных и технологий принятия решений]. - Красноярск: СФУ, 2018. - – Режим доступа: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=11997> .
10. Ступина А.А. Прикладной системный анализ [Электронный ресурс]: [учеб.-метод. материалы к изучению дисциплины для ...09.04.03.02 Реинжиниринг бизнес-процессов]. - Красноярск: СФУ, 2018. - – Режим доступа: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=21775> .
11. Богданов Е. П. Интеллектуальный анализ данных [Электронный ресурс]: практикум для подготовки магистрантов направления 09.04.03 «прикладная информатика» профиль подготовки «информационные системы и технологии корпоративного управления». - Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2019. - 112 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/139228> .
12. Сакулин В. П. Регрессионный и корреляционный анализ [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие [для студентов по напр. 270800 «Строительство», профилю 270800.68.00.02 «Экспертиза и управление недвижимостью»]. - Красноярск: СФУ, 2016. - – Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b22/i-815674056.pdf> .
13. Барский А. Б. Нейросетевые методы оптимизации решений [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - Санкт-Петербург: Интермедия, 2017. - 312 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66795.html> .
14. Тихомирова О. Управление проектом: комплексный подход и системный анализ [Электронный ресурс]: Монография. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2020. - 300 с. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=349439> .

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Microsoft Windows Professional 10 Russian. Операционная система Windows.

2. MATLAB International Academic Edition. Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений.
3. MATLAB - Simulink . Пакет приложений для среды MATLAB.
4. MATLAB - Simscape . Пакет приложений для среды MATLAB.
5. Python. Высокоуровневый язык программирования общего назначения.
6. Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian. Офисный пакет Microsoft Office.

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронная правовая система "КонсультантПлюс". <https://www.consultant.ru>
Электронная правовая система "КонсультантПлюс"
Электронно- правовая ситтема «Система ГАРАНТ»
2. Электронно- правовая ситтема «Система ГАРАНТ». <https://ivo.garant.ru>
Электронная правовая система "КонсультантПлюс"
Электронно- правовая ситтема «Система ГАРАНТ»
3. Электронная библиотека РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://elib.gubkin.ru/> . <http://elib.gubkin.ru/>
4. Компьютерное моделирование / [Электронный ресурс] URL: <https://postnauka.ru/themes/kompyuternoe-modelirovanie>
<https://postnauka.ru/themes/kompyuternoe-modelirovanie>
5. Математическое моделирование: научный журнал [Электронный ресурс]. URL: http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=mm&option_lang=rus
http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=mm&option_lang=rus
6. Компьютерные исследования и моделирование: научный журнал [Электронный ресурс]. URL: <http://crm.ics.org.ru/> <http://crm.ics.org.ru/>
7. Классификация [Электронный ресурс] / MachineLearning.ru: профессиональный информационно-аналитический ресурс. - URL: <https://postnauka.ru/themes/kompyuternoe-modelirovanie>
<https://postnauka.ru/themes/kompyuternoe-modelirovanie>

5 Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств является приложением к рабочей программе дисциплины (модуля), хранится на кафедре, обеспечивающей преподавание данной дисциплины (модуля).

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для организации образовательного процесса необходима следующая материально-техническая база:

- 1) учебные аудитории для проведения учебных занятий по дисциплине, оснащенные специализированной мебелью и демонстрационным оборудованием: проектором, ноутбуком;
- 2) помещение для самостоятельной работы, оснащенное специализированной мебелью и 12 компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю) Б1.О.02 Системный анализ и моделирование

Направление подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело

Направленность (профиль) 21.04.01.01 Трубопроводный инжиниринг

Красноярск 2025

1 Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения, соотнесенных с результатами обучения по дисциплине (модюлю), практики и оценочными средствами

| Семестр | Код и содержание индикатора компетенции | Результаты обучения | Оценочные средства |
|---|---|---|---|
| ОПК-2 Способен осуществлять проектирование объектов нефтегазового производства | | | |
| 1 | ОПК-2.1 Использует знание алгоритма организации выполнения работ в процессе проектирования объектов нефтегазовой отрасли | Знает основные положения и этапы системного анализа | Расчетно-графические работы. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации. |
| | | Умеет организовать выполнение работ по проектированию объектов нефтегазовой отрасли | Расчетно-графические работы. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации. |
| | | Владеет алгоритмом организации выполнения работ в процессе проектирования объектов нефтегазовой отрасли | Расчетно-графические работы. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации. |
| 1 | ОПК-2.2 Осуществляет сбор исходных данных для составления технического проекта на проектирование технологического процесса, объекта | Знает технологические параметры для составления математической модели технологического процесса | Расчетно-графические работы. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации. |
| | | Умеет формулировать цели выполнения работ предлагать пути их достижения, строить математические модели технологических процессов трубопроводного транспорта | Расчетно-графические работы. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации. |
| | | Владеет навыками составления технического проекта на проектирование технологического процесса, объекта | Расчетно-графические работы. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации. |
| 1 | ОПК-2.3 Выбирает соответствующие программные продукты или их части для решения конкретных профессиональных | Знает программные продукты, используемые в трубопроводном транспорте | Расчетно-графические работы. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации. |

| | | | |
|--|-------|---|---|
| | задач | Умеет решать конкретные задачи с применением программного обеспечения | Расчетно-графические работы. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации. |
| | | Владеет системами автоматизированного проектирования технологических процессов трубопроводного транспорта | Расчетно-графические работы. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации. |

2 Типовые оценочные средства или иные материалы, с описанием шкал оценивания и методическими материалами, определяющими процедуру проведения и оценивания достижения результатов обучения

Расчетно-графические работы

Задание 1. Основные положения системного анализа

Приведите известные вам примеры современной механизации работ в области трубопроводного транспорта углеводородов, которые ранее выполнялись вручную. Приблизительно подсчитайте, насколько механизация увеличила производительность труда при выполнении этих работ.

Аналогично, приведите примеры автоматизации работ и дайте примерную оценку эффективности внедрения автоматизированных процессов.

Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению

Для выполнения задания студент должен ознакомиться с рекомендованными литературными источниками, узнать принципы и иерархию систем автоматизации. Примеры с их объяснением следует оформить в виде письменного ответа, который проверяется преподавателем и обсуждается со студентом.

Задание 2. Этапы системного анализа сложных систем

Выберите одну из следующих задач:

1. Повышение пропускной способности технологического участка магистрального нефтепровода
2. Повышение срока службы участка нефтепровода
3. Снижение потерь нефти при перекачке
4. Снижение экологических рисков при эксплуатации нефтепровода в условиях Крайнего Севера.
5. Снижение издержек нефтепроводной компании при перекачке нефти

Осуществите анализ выбранной проблемы, последовательно проделав все его этапы. Для некоторых этапов, носящих формальный характер, достаточно упрощенного описания. В итоге сформулируйте улучшающее воздействие, способное решить поставленную задачу.

Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению

При выполнении задания студент осваивает методологию и основные этапы системного анализа. Проводится анализ проблемной ситуации, формулируется проблема, цель анализа, критерии, по которым планируется оценить качество проводимого анализа, а также существующие ограничения. Ответ следует оформить в виде письменного документа, который проверяется преподавателем и обсуждается со студентом.

Задание 3. Модели в системном анализе. Классификация моделей

Приведите несколько вариантов модельного описания процесса течения нефти по трубопроводу (количество различных вариантов принять равным 4). Охарактеризуйте представленные модели с точки зрения классификации моделей. Сравните их возможности, опишите ситуации, когда эти модели следует применять. Особенно обратите внимание на те случаи, когда разные модели будут тождественны при описании процесса.

Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению

Задание предполагает освоение классификации моделей сложных систем. В рамках выполнения задания студент предлагает применение моделей различных типов, обосновывая свой выбор. Ответ следует оформить в виде письменного документа, который проверяется преподавателем и обсуждается со студентом.

Задание 4. Математические модели, основанные на физических принципах. Гидравлика установившихся режимов

В задании необходимо применить основное уравнение для расчета установившихся течений однородной несжимаемой жидкости в трубопроводе - уравнение Бернулли. Для участка трубопровода с постоянным диаметром сечения без потери напора на местных сопротивлениях (поворотах, задвижках, тройниках и т. п.) *уравнение Бернулли* имеет вид:

$$\frac{P_k - P_n}{\rho \cdot g} + z_n - z_k = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}.$$

Выбрать исходные данные для решения задачи. Перечень задаваемых величин приведен в табл. 1. Рекомендуется брать исходные данные из сборников задач по гидравлике или трубопроводному транспорту нефти и нефтепродуктов. Альтернативный вариант источников для выбора исходных данных – справочники, технологические карты, документы предприятий, осуществляющих транспорт нефти или нефтепродуктов.

Сделать начальное предположение о значении коэффициента гидравлического сопротивления λ . Выбрать соответствующую эмпирическую формулу зависимости числа Рейнольдса Re и коэффициента λ .

Составить систему нелинейных уравнений, исходя из уравнения Бернулли и выбранной эмпирической формулы. Неизвестными величинами в системе уравнений принять λ и ν (скорость течения жидкости по участку трубопровода).

Таблица 1 – Перечень и принятые обозначения для исходных данных

| Наименование показателя | Обозначение показателя |
|--|--------------------------------|
| Внутренний диаметр трубопровода | d |
| Расстояние между сечениями начала и конца участка | L |
| Соответствующие концу и началу участка трубопровода высоты | z_K, z_H |
| Давления в конце и начале участка трубопровода | p_K, p_H |
| Плотность выбранной жидкости (нефти или нефтепродукта) | ρ |
| Коэффициент кинематической вязкости для выбранной жидкости | ν |
| Ускорение силы тяжести | $g \approx 9,81 \text{ м/с}^2$ |

Решить систему уравнений методом последовательных приближений. Вычислить объемный расход Q , исходя из полученного значения ν .

Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению

Выполняя задание, студент проводит расчеты в программном пакете для выполнения математических вычислений. Результатом является готовая расчетная модель, позволяющая подставлять различные исходные данные и выдавать результат расчета в удобном и понятном виде.

Задание 5. Математические модели, основанные на физических принципах. Модели нестационарного течения жидкости

Принять модель нестационарного течения жидкости по трубопроводу в форме системы дифференциальных уравнений в частных производных (уравнений Навье-Стокса) в виде:

$$\begin{cases} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho_0 c^2 \frac{\partial v}{\partial x} = 0, \\ \rho_0 \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} = -\lambda(\text{Re}, \varepsilon) \frac{1}{d_0} \frac{\rho_0 v |v|}{2} - \rho_0 g \sin \alpha(x). \end{cases}$$

Принять параметры течения жидкости как в предыдущей практической работе.

Задать начальные и граничные условия на основании расчета предыдущей работы.

Произвести расчет нестационарного потока жидкости с применением метода характеристик.

Результаты расчета отобразить на графиках зависимости давления/скорости потока в узловых сечениях в зависимости от времени.

Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению

Выполняя задание, студент проводит расчеты в программном пакете для выполнения математических вычислений. Результатом является готовая расчетная модель, позволяющая подставлять различные исходные данные и выдавать результат расчета в удобном и понятном виде.

При расчете возможно использовать специализированное программное обеспечение, например, пакет математических вычислений Matlab.

Задание 6. Регрессионные модели

Опытным путем получены дискретные данные зависимости мольной теплоемкости от температуры, данные представлены в виде таблицы 2.

Требуется методом наименьших квадратов определить параметры приближающих функций: линейной $f_1(x) = a_1x + b_1$ и одной из функций вида

$$f_2(x) = a_2 \ln x + b_2, f_3(x) = \frac{a_3}{x} + b_3, f_4(x) = a_4 \sqrt{x} + b_4, \text{ затем обосновать}$$

какая из полученных функций лучше описывает данный процесс. Построить графики найденных функций и график результатов опытов из табл. 2.

Работу выполнить в системе Matlab или средствами MS Excel. Сделать выводы, основанные на полученных результатах.

Таблица 2 – Зависимость мольной теплоемкости от температуры

| Т С° вариант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 | 29,274 | 28,99 | 29,099 | 28,199 | 28,099 | 29,09 | 27,999 | 28,199 | 29,19 | 27,799 |
| 50 | 29,666 | 29,017 | 29,037 | 29,337 | 28,917 | 29,047 | 29,037 | 28,817 | 29,147 | 28,037 |
| 100 | 29,93 | 29,085 | 29,51 | 29,851 | 29,085 | 29,61 | 29,451 | 29,185 | 29,161 | 29,251 |
| 150 | 30,277 | 30,202 | 29,202 | 29,812 | 30,602 | 29,502 | 29,812 | 30,660 | 29,150 | 29,712 |
| 200 | 30,914 | 30,54 | 30,54 | 30,554 | 30,94 | 30,64 | 30,754 | 30,891 | 30,864 | 30,654 |
| 250 | 31,586 | 31,236 | 31,001 | 31,601 | 31,023 | 31,011 | 31,701 | 31,03 | 31,911 | 31,601 |
| 300 | 31,698 | 31,54 | 31,67 | 31,967 | 31,354 | 31,57 | 31,988 | 31,654 | 31,857 | 31,888 |
| 350 | 31,030 | 31,78 | 31,49 | 31,549 | 31,678 | 31,69 | 31,449 | 31,678 | 31,769 | 31,549 |
| 400 | 32,462 | 32,09 | 32,43 | 32,143 | 32,809 | 32,23 | 32,123 | 32,89 | 32,023 | 32,323 |
| 450 | 32,062 | 32,001 | 32,01 | 32,301 | 32,005 | 32,001 | 32,351 | 32,105 | 32,301 | 32,351 |
| 500 | 32,89 | 32,56 | 32,587 | 32,595 | 32,656 | 32,487 | 32,65 | 32,678 | 32,987 | 32,75 |
| 550 | 32,03 | 32,27 | 32,6 | 32,469 | 32,227 | 32,8 | 32,69 | 32,29 | 32,886 | 32,79 |
| 600 | 33,009 | 32,9 | 32,987 | 32,99 | 32,49 | 32,907 | 32,99 | 32,59 | 32,989 | 32,99 |
| 650 | 33,79 | 33,96 | 33,003 | 33,203 | 33,896 | 33,403 | 33,01 | 33,806 | 33,040 | 33,11 |
| 700 | 33,495 | 33,05 | 33,061 | 33,461 | 33,105 | 33,161 | 33,099 | 33,113 | 33,561 | 33,199 |
| 750 | 34,944 | 34,16 | 34,68 | 34,968 | 34,416 | 34,068 | 34,468 | 34,412 | 34,168 | 34,568 |
| 800 | 34,583 | 34,782 | 34,882 | 34,582 | 34,682 | 34,082 | 34,583 | 34,23 | 34,182 | 34,683 |
| 850 | 34,92 | 34,987 | 35,098 | 35,009 | 34,997 | 35,198 | 35,109 | 35,097 | 35,298 | 35,209 |
| 900 | 35,25 | 35,12 | 35,127 | 35,527 | 35,09 | 35,527 | 35,027 | 35,126 | 35,627 | 35,127 |
| 950 | 35,681 | 35,561 | 35,578 | 35,978 | 35,461 | 35,978 | 35,98 | 35,466 | 35,998 | 35,198 |

| | | | | | | | | | | |
|------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| 1000 | 35,916 | 36,09 | 34,99 | 34,699 | 36,109 | 34,999 | 34,99 | 36,111 | 34,999 | 34,978 |
|------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|

Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению

Выполняя задание, студент проводит расчеты в программном пакете для выполнения математических вычислений. Результатом является готовая расчетная модель, позволяющая подставлять различные исходные данные и выдавать результат расчета в удобном и понятном виде.

При расчете возможно использовать специализированное программное обеспечение, например, пакет математических вычислений Mathcad или Matlab.

Задание 7. Интеллектуальный анализ данных

В работе студентам предлагается освоить принципы решения двухальтернативной задачи классификации с использованием метода опорных векторов. Решение сводится к оптимизации квадратической критериальной функции с линейными ограничениями. Метод Лагранжа используется для приведения задачи условной к задаче безусловной оптимизации. На первом этапе необходимо создать обучающую выборку (два признака классификации, два класса). Второй этап – нахождение оптимальных множителей Лагранжа и коэффициентов разделяющей плоскости. Предлагается решить задачу с различными значениями параметра штрафа со сравнением полученных результатов. По итогам работы студенты оформляют отчет в электронном виде, содержащий код и результаты работы программы (графическое представление и значение критериев качества работы классификатора).

Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению

Выполняя задание, студент проводит расчеты в программном пакете Matlab или на языке Python на выбор.

Критерии оценивания

– оценка «отлично»: решение задачи правильное. Описание хода ее решения подробное, последовательное, грамотное, с теоретическими обоснованиями (в т.ч. из лекционного курса), с необходимыми схематическими изображениями объекта расчета и их пояснением. При защите задачи студент правильно и свободно владеет терминологией, может объяснить ход решения задачи, дает верные и четкие ответы на дополнительные вопросы.

– оценка «хорошо»: решение задачи правильное. Описание хода ее решения имеется, но недостаточно подробное и логичное, с единичными ошибками в деталях, некоторыми затруднениями в теоретическом обосновании (в т.ч. из лекционного материала), в схематических изображениях объекта расчета. При защите задачи студент владеет только основной терминологией, может объяснить ход решения задачи, дает верные, но недостаточно четкие и полные ответы на дополнительные.

– оценка «удовлетворительно»: решение задачи правильное. Объяснение хода ее решения недостаточно полное, непоследовательное, с ошибками, слабым теоретическим обоснованием (в т.ч. лекционным материалом), со значительными затруднениями и ошибками в схематических изображениях объекта расчета. При защите задачи ответы на дополнительные вопросы недостаточно четкие, с ошибками в деталях.

– оценка «неудовлетворительно»: решение задачи неправильное. Объяснение хода ее решения дано неполное, непоследовательное, с грубыми ошибками, без теоретического обоснования (в т.ч. лекционным материалом), без умения схематических изображений объекта расчета, или с большим количеством ошибок. При защите задачи ответы на дополнительные вопросы неправильные или отсутствуют.

Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации

1. В чем заключается роль системного анализа?
2. Перечислите этапы системного анализа.
3. Дать определение системы.
4. Привести классификацию систем.
5. Перечислить известные вам свойства систем.
6. Сложные и большие системы.
7. Что понимают под управлением в системном анализе?
8. Для чего необходимы модели? Привести примеры моделей различной природы и назначения.
9. Исходная информация для построения моделей.
10. Понятие формальной модели. Языки модельного описания.
11. Модели, построенные на основании фундаментальных законов физики.
12. Модель тепломассопереноса.
13. Модели описания гидравлических процессов. Уравнение Бернулли.
14. Уравнения Навье-Стокса.
15. Имитационное моделирование, его суть и применение.
16. Что изучает «идентификация»?
17. Роль и уровни априорной информации.
18. Понятие регрессии и регрессионного оценивания.
19. Роль данных в построении моделей. Характеристики данных.
20. Привести критерии достоверности регрессионных моделей.
21. В чем особенности метода наименьших квадратов?
22. Линейный МНК. Матричная запись уравнения нахождения параметров.
23. Какие функции называются ортогональными? Применение ортогональных полиномов в оценке МНК.
24. Методы построения моделей, основанные на максимуме вероятности.
25. Объяснить отличие модели, построенной с помощью метода максимального правдоподобия от модели МНК.

26. Дать определение «адаптации». Особенности обучающихся моделей систем.

27. Основные подходы к построению обучающихся математических моделей.

28. Объясните суть эффекта переобучения и перечислите средства, позволяющие его избежать.

29. В чем особенность идентификации динамических систем?

30. Что понимают под искусственным интеллектом и интеллектуальными моделями?

31. Разновидности интеллектуальных моделей.

32. Интеллектуальные системы классификации. Метод опорных векторов.

33. Искусственная нейронная сеть как средство построения моделей.

34. Методы настройки искусственных нейросетей.

35. Классификация искусственных нейронных сетей.

36. Нейронные сети глубокого обучения.

Критерии оценивания

Форма промежуточной аттестации – зачет.

– «зачтено» выставляется обучающемуся, если он в течение периода обучения в ходе текущего контроля и выполнения заданий в соответствии с видами оценочных средств по дисциплине демонстрирует уровень знаний, умений и владений не ниже базового (не ниже «зачтено» или «удовлетворительно»);

– «не зачтено» выставляется обучающемуся, если он в течение периода обучения в ходе текущего контроля и выполнения заданий в соответствии с видами оценочных средств по дисциплине демонстрирует уровень знаний, умений и владений ниже базового (ниже «зачтено» или «удовлетворительно») либо выполнение указанных заданий и участие в мероприятиях текущего контроля в течение семестра студентом не осуществлялись.

При наличии обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья, в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида оценочные средства выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Процедура проведения промежуточной аттестации с привлечением Комиссии ПА

Проведение промежуточной аттестации (ПА) с привлечением Комиссии ПА осуществляется в целях внутренней независимой оценки качества подготовки обучающихся. Во время проведения промежуточной аттестации по дисциплине с привлечением Комиссии ПА вопросы обучающимся имеет право задавать и оценивать результаты ответов обучающихся только педагогический работник, проводящий занятия по дисциплине.

Комиссия ПА присутствует в качестве наблюдателей во время проведения промежуточной аттестации по дисциплине и осуществляет оценку процедуры проведения промежуточной аттестации и оценку результатов промежуточной аттестации.

Оценка процедуры промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) осуществляется Комиссией ПА на основе анализа ФОС по следующим позициям:

- наличие рецензированного ФОС;
- наличие описания в ФОС процедуры проведения ПА с привлечением Комиссии ПА;
- соответствия оценочных материалов для проведения зачета содержанию дисциплины и формируемым компетенциям.

Разработчик Агафонов Агафонов Е. Д.