

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Отделение интеллектуальных кибернетических систем

Одобрено на заседании УМС
ИАТЭ НИЯУ МИФИ Протокол от
30.08.2022 № 2-8/2022

Методические указания по дисциплине

«Большие данные»

для студентов направления подготовки

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

программа:

Большие данные и машинное обучение в задачах атомной энергетики

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2022г.

1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Martin Odersky, Lex Spoon, Bill Beners Programming in Scala.
2. Alex Payne, Dean Wampler Programming Scala. 2014. 583 p.
3. Paul Chiusano, Rúnar Bjarnason Functional Programming in Scala. 2014. 320 p.
4. Joshua D. Suereth Scala in Depth. 2012. 304 p.
5. Кей С. Хорстманн Функциональное программирование. SCALA для нетерпеливых. 2013. 408 с.
6. Garry Turkington, Gabriele Modena. Learning Hadoop 2. 2015. 382 p.
7. Thilina Gunarathne. Hadoop MapReduce v2 Cookbook - Second Edition. 2015. 322 p.
8. Alex Holmes. Hadoop in Practice, Second Edition. 2014. 512 p.
9. Holden Karau, Rachel Warren. High Performance Spark. 2017. 175 p.
10. Matei Zaharia, Holden Karau, Andy Konwinski, Patrick Wendell. Learning Spark, Lightning-Fast Big Data Analysis. 2015. 276 p.
11. Petar Zecevic. Spark in Action. 2016. 468 p.
12. Mike Frampton. Mastering Apache Spark. 2015. 318 p.

2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Язык программирования Scala [Официальный сайт]. — <https://www.scala-lang.org/>
2. Среда разработки Scala IDE [Официальный сайт]. — <http://scala-ide.org/>
3. Scala Школа. — https://twitter.github.io/scala_school/ru/index.html
4. Упражнения по Scala. — <https://www.scala-exercises.org/>
5. Курс по принципам функционального программирования. — <https://www.coursera.org/learn/progfun1>
6. Специализация по Scala. — <https://www.coursera.org/specializations/scala>
7. Apache Hadoop [Официальный сайт]. — <http://hadoop.apache.org/>
8. Apache Spark [Официальный сайт]. — <https://spark.apache.org/>

3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебного занятия	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы,

	<p>термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или лабораторной работе.</p> <p>Уделить внимание следующим базовым понятиям: большие данные, масштабирование, распределенная система, целостность данных, репликация данных, шардинг данных, CAP теорема.</p>
Контрольная работа	Работа с конспектами лекций, знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники.
Лабораторная работа	<p>При выполнении лабораторных работ необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу.</p> <p>Лабораторная работа считается выполненной после ее успешной защиты, включающей:</p> <ul style="list-style-type: none"> – демонстрацию на компьютере решаемой задачи с разъяснением разработанного программного кода и демонстрацией выполнения; – собеседование с преподавателем для выявления уровня освоения теоретических основ в области больших данных.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций и лабораторные работы, а также рекомендуемую литературу.

4. осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

- Операционные системы Windows 7/10, Linux (CentOS / RedHat, OpenSUSE, Ubuntu);
- Среда для программирования на языке Scala – Scala IDE (<http://scala-ide.org/>);
- Java Runtime Environment v.1.8 (<http://www.java.com/>);
- Электронные презентации лекций в формате PDF, демонстрируемые с использованием мультимедийного проектора или дистанционно.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

- Компьютерный класс сетевых технологий. Класс оснащен 10 компьютерами (Intel Core i5/8GB/1 TB) и 1 компьютером (Intel Celeron 1.6 GHz, 2 GB RAM, 250

GB) с операционной системой Windows 7, а также мультимедийным проектором. Есть доступ к Wi-Fi.

- Аудиторный класс, оборудованный проекционным экраном, мультимедийным проектором и персональным компьютером (AMD, ATHLON64, 2.7 GHz, 4 GB RAM, 250 GB). Есть доступ к Wi-Fi.

6. Иные сведения и (или) материалы

6.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Лекционные и практические занятия проходят с обсуждением учебного материала, демонстрируемого в форме презентаций на экране с использованием мультимедиа-проектора. Все лабораторные занятия проводятся в интерактивной форме при тесном контакте студентов с преподавателем.

В рамках лабораторных работ студенты выполняют 4 лабораторные работы, призванные дать представление о возможностях применения больших данных, как инструментария для решения самых разнообразных практических задач. Лабораторные работы проводятся при активном взаимодействии студентов и преподавателя, в ходе которого обсуждаются детали создания проекта задачи, проблемы и ошибки, возникающие на всех этапах их разработки, проводится проверка корректности полученных результатов.

6.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

На самостоятельное изучение студентам предлагается более глубоко рассмотреть темы, кратко затрагиваемые в лекционных курсах. Контроль освоения материала осуществляется в ходе приема лабораторных работ и в рамках экзамена по дисциплине.

№	Тема	Часть, осваиваемая самостоятельно
1.	Введение в область больших данных	Распределенные системы. Особенности организации и работы. Согласованность данных в распределенных системах.
2.	Введение в программирование на языке Scala	Объектно-ориентированное программирование на Scala. Коллекции в Scala. Mutability и Immutability.
3.	MapReduce, Hadoop и Apache Spark	Архитектура и принципы работы Apache Hadoop. Принцип работы HDFS. Spark кластер. Spark SQL. Spark Streaming. MLlib. GraphX.

№	Тема	Часть, осваиваемая самостоятельно
4.	Системы хранения	Key-value хранилища. Документные базы данных. Колоночные базы данных. Графовые базы данных.
5.	Экосистема Hadoop	Hortonworks. MapR. Компоненты платформы Cloudera. YARN. Apache Kafka. Apache Solr. Apache Hive.
6.	Анализ естественного языка	Задачи анализа естественного языка. Information extraction. Онтологии. Языковые модели.
7.	Машинное обучение	Задачи и применение машинного обучения. Техники. Feature engineering. Уменьшение размерности. Underfitting и Overfitting. Reinforcement Learning. Deep Learning.
8.	Практические примеры из области больших данных	Примеры использования Big Data в реальной жизни.

Контроль освоения самостоятельно изученного теоретического материала осуществляется в виде собеседования во время защиты лабораторных, в виде устного опроса на экзамене.

Кроме этого, студенты также самостоятельно выполняют большую часть предусмотренных практических работ, промежуточный результат которых представляется на лабораторных занятиях, а конечный результат - на защите лабораторных работ.

Вопросы для самоконтроля:

- Организация Spark кластера.
- Принцип работы HDFS.
- CAP теорема.
- Кластер. Распределенные системы. Масштабирование.
- BASE свойства.
- Репликация.
- Шардинг.
- Целостность данных. Целостность в конечном итоге.
- Язык Scala. Коллекции.
- Язык Scala. Mutability и Immutability.

6.3. Краткий терминологический словарь

Приводятся русские, а также общепринятые сокращения/акронимы на английском языке

BASE – Basically Available, Soft state, Eventual consistency

CAP – Consistency, Availability, Partition tolerance

IDE – Integrated Development Environment

HDFS – Hadoop Distributed File System

NoSQL – Not Only SQL

SQL – Structured Query Language

YARN – Yet Another Resource Negotiator

БД – База Данных

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Основная литература

1. Ресурсы портала «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» / Раздел «География. Геоинформатика и картография». Геоинформационные системы как эффективный инструмент экологических исследований: Учебно-методическое пособие. Автор: Солнцев Л.А. Год: 2012 //URL: <http://window.edu.ru/resource/402/79402>.
2. Ресурс электронно-библиотечной системы издательства «Лань» // URL: www.e.lanbook.com (по подписке)/ Раздел «География. Картография. Топография». Картография (теория картографических проекций): Могография. – Изд-во Лань. Автор: Витковский В.В. Год: 2013, -473 с.
3. Пичугина И.А., Яцало Б.И. Геоинформационные системы и основы картографирования: Учебное пособие по курсу «Геоинформационные системы». Ч.1. – Обнинск: ИАТЭ, 2005. – 80 с. (70 экз, выдается студентам также в электронном виде).
4. Пичугина И.А., Яцало Б.И. Геоинформационные системы: Учебное пособие по курсу «Геоинформационные системы». Ч.2. – Обнинск: ИАТЭ, 2005. – 80 с. (70 экз, выдается студентам также в электронном виде).
5. Пичугина И.А., Яцало Б.И. Общий практикум по курсу «Геоинформационные системы». Ч.1. – Обнинск: ИАТЭ, 2005. – 80с. (70 экз, выдается студентам также в электронном виде).
6. Пичугина И.А., Яцало Б.И. Общий практикум по курсу «Геоинформационные системы». Ч.2. – Обнинск: ИАТЭ, 2005. – 80с. (70 экз, выдается студентам также в электронном виде).
7. А. М. Берлянт. Картография: Учебник для вузов. М.: Аспект Пресс, 2001. -336 с. (11 экз.).
8. И.К.Лурье. Основы геоинформатики и создание ГИС. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. Часть 1./ Под ред А.М.Берлянта. М.: ООО "ИНЭКС-92", 2002. 140 с. (11 экз.).

б) Дополнительная литература

9. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. –Изд-во КДУ, 2010 г. - 424 с.

10. Блиновская Я.Ю., Задоя Д.С. Введение в геоинформационные системы: учебное пособие. Серия: Высшее образование. Бакалавриат. – Изд-во Форум, 2013. – 112 с.
11. Емельянов С., Мирошниченко С., Панищев В., Титов В., Труфанов М. Обработка цифровых аэрокосмических изображений для геоинформационных систем. – М.: ООО «ТНТ», 2012. – 176 с.
12. Раклов В.П. Географические информационные системы в тематической картографии. Учебное пособие для вузов. – Изд-во Академический проект, 2014, серия: Gaudeamus . 4-е издание. -176 с.
13. Токарева О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие / О.С. Токарева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - Томск : Изд-во ТПУ, 2010. - 148 с.
14. Лайкин В.И., Упоров Г.А. Геоинформатика: учебное пособие / Лайкин В.И., Упоров Г.А. – Комсомольск-на-Амуре: Изд-во АмГПУ, 2010. – 162 с.
15. Шипулин В. Д. Основные принципы геоинформационных систем: Учебное пособие. – Харьков: Изд-во ХНАГХ, 2010. -337 с.

1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Ресурс GIS-Lab: ГИС-Курс //URL: <http://gis-lab.info/docs/giscourse/index.html>
2. Ресурс GIS-Lab: Использование Arcview Projection Utility для перевода данных из одной системы координат в другую Курс //URL: <http://gis-lab.info/qa/projutility.html#geoprj>
3. Ресурс GIS-LAB: Геоинформационные системы (ГИС) и Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) //URL: <http://gis-lab.info>
4. Ресурс GIS-Lab: Возможности работы с пространственными данными статистического пакета R //URL: <http://gis-lab.info/qa/rspatial.html>
5. Математические основы картографирования: координатные системы, эллипсоид, картографические проекции, трансформация координат //URL: <http://kartoweb.itc.nl/geometrics/Introduction/introduction.html>
6. ГИС-гlossарий //URL: <http://ne-grusti.narod.ru/Glossary/index.html>
7. Ресурс Дата+: Геоинформационные Системы //URL: <http://www.dataplus.ru>
8. Ресурс Дата+: Архив выпусков журнала «ArcReview» //URL: <http://www.dataplus.ru/Arcrev/index.html>
9. Ресурс Дата+: Англо-русский толковый словарь по геоинформатке //URL: <http://www.dataplus.ru/Dict>
10. Ресурс ESRI: Выпуски журнала «ArcUser» //URL: <http://www.esri.com/news/arcuser/index.html>
11. Ресурс ESRI: Обучающие курсы по ГИС //URL: <http://training.esri.com/gateway/index.cfm?fa=search.results&cannedsearch=2>
12. Советы по ГИС, САПР, СУБД //URL: <http://www.geofaq.ru>
13. Справочные материалы по различным вопросам ГИС //URL: <http://www.giscraft.ru/index.shtml>
14. Материалы по GPS-навигации //URL: <http://www.a27.ru/information/osnov>
15. Картографический ресурс //URL: <http://poehali.org>
16. Картографический ресурс для навигации //URL: http://www.mobi.ru/Articles/1918/Samostoyatelnoe_izgotovlenie_kart_dlya_GPS-priemnikov.htm
17. Материалы открытой энциклопедии Wikipedia // URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Геоинформационные_системы
18. Ресурсы портала «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» / Раздел «География. Геоинформатика и картография». Геоинформационные системы как эффективный инструмент экологических исследований: Учебно-методическое пособие. Автор: Солнцев Л.А. Год: 2012 //URL: <http://window.edu.ru/resource/402/79402>

19. Ресурсы электронно-библиотечной системы Центра информационно-библиотечного обеспечения учебно-научной деятельности НИЯУ МИФИ // URL: www.library.mephi.ru (по подписке)
20. Ресурсы научной электронной библиотеки elibrary.ru // URL: www.elibrary.ru (по подписке)
21. Ресурсы электронно-библиотечной системы издательства «Лань» // URL: www.e.lanbook.com (по подписке)
22. Ресурсы электронно-библиотечной системы образовательных и просветительских изданий // URL: www.iqlib.ru (по подписке)

Сайты ГИС-организаций:

1. <http://www.opengeospatial.org/> - сайт организации «Open Geospatial Consortium»
2. <http://www.osgeo.org/home>- сайт организации «Фонд геопространственного программного обеспечения с открытым кодом»
3. <http://www.gisa.ru/> - Геоинформационный портал ГИС-Ассоциации.

Картографические ВЕБ-сервисы:

1. <http://earth.google.com/>
2. <http://maps.google.com>
3. <http://www.bing.com/maps/>
4. <http://maps.yandex.ru/>
5. <http://maps.yahoo.com/>
6. WikiMapia: <http://www.wikimapia.org/>
7. <http://www.openstreetmap.org/>
8. <http://www.mapserver.org/>.
9. <http://gis-lab.info/qa/webgis.html>
10. <http://gis-lab.info/qa/mapserver-begin.html>

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебного занятия	Организация деятельности студента
Лекция	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии и лабораторной работе.</p> <p>Уделить внимание следующим понятиям: математическая основа карт, картографические проекции, классификация проекций, цифровые модели пространственных данных в ГИС, функциональные возможности ГИС и ГИС-технологии, цифровая модель рельефа.</p>
Практически е занятия	<p>Работа с конспектом лекций и семинаров, просмотр рекомендуемой литературы. Изучение теоретических основ ГИС, их функциональных возможностей и освоение приемов работы с различными ГИС-технологиями с целью их последующего применения при выполнении курсовой и лабораторных работ.</p>
Контрольная работа	<p>Работа с конспектами лекций, знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся</p>

	для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.
Лабораторная работа	<p>При выполнении лабораторных работ необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и практические занятия.</p> <p>Лабораторная работа считается выполненной после ее успешной защиты, включающей:</p> <ul style="list-style-type: none"> – демонстрацию на компьютере ГИС-проекта, выполненного в рамках лабораторной работы; – собеседование с преподавателем для выявления уровня освоения теоретических основ ГИС, связанных с выполнением работы, проверки знания алгоритма работы и умения применять на практике ГИС-технологии, необходимые для реализации данной работы.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

- электронные презентации лекций в формате MS PowerPoint, демонстрируемые с использованием мультимедийного проектора;
- практические занятия проводятся с объяснением и демонстрацией учебного материала на экране посредством мультимедийного проектора;
- программные пакеты Easy Trace, ГИС ArcView;

8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

- компьютерный класс сетевых технологий. Класс оснащен 10 компьютерами (Intel Core i5/8GB/1 TB) и 1 компьютером (Intel Celeron 1.6 GHz, 2 GB RAM, 250 GB) с операционной системой Windows 7, а также мультимедийным проектором. Есть доступ к WI-FI;
- аудиторный класс, оборудованный проекционным экраном, мультимедийным проектором и персональным компьютером (AMD, ATHLON64, 2.7 GHz, 4 GB RAM, 250 GB). Есть доступ к WI-FI.

9. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

9.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия проходят с обсуждением учебного материала, демонстрируемого в форме презентаций на экране с использованием мультимедиа-проектора. Значительная часть практических и лабораторных занятий также проводится в интерактивной форме при тесном контакте студентов с преподавателем.

В рамках лабораторных работ студенты выполняют три ГИС-проекта, призванных дать представление о широких возможностях ГИС как инструментария для решения самых разнообразных практических задач. Лабораторные работы проводятся при активном взаимодействии студентов и преподавателя, в ходе которого обсуждаются детали создания электронных карт, проблемы и ошибки, возникающие на всех этапах их разработки, ведется совместный поиск оптимальных путей для их устранения, идет проверка корректности результатов анализа при решении прикладных задач.

9.2 Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

№	Тема	Часть, изучаемая (осваиваемая) самостоятельно
1	Математическая основа карт	Картографические проекции UTM и Гаусса-Крюгера, их свойства, сравнительный анализ.
2	Ввод и вывод пространственной информации в ГИС Функциональные возможности ГИС и элементы ГИС-технологий	Этапы создания любого ГИС-проекта, их описание
3	Цифровые модели. Цифровая модель рельефа, ее создание и анализ	GRID-формат: описание, назначение. Пространственный растровый анализ и функции, его реализующие, в модуле расширения ArcView Spatial Analyst.
4	Функциональные возможности ГИС и элементы ГИС-технологий	Изучение ВЕБ-ГИС, знакомство с работой картографических ВЕБ-служб

Контроль освоения самостоятельно изученного теоретического материала осуществляется в виде собеседования во время защиты лабораторных и в виде устного опроса на практических занятиях и экзамене.

Кроме этого, студенты также самостоятельно выполняют большую часть предусмотренных практических работ, промежуточный результат которых представляется на практических и лабораторных занятиях, а конечный результат - на защите лабораторных работ.

Вопросы для самоконтроля:

- Перечислите этапы выполнения любого ГИС-проекта и охарактеризуйте каждый из них.
- Прокомментируйте этапы создания ГИС-проекта на примере одной из выполненных вами лабораторных работ.
- Опишите картографическую проекцию UTM.
- Опишите картографическую проекцию Гаусса-Крюгера.
- Сравните проекции UTM и Гаусса-Крюгера, в чем их общность и различия. Для каких карт используются данные проекции?
- GRID-формат: его описание, назначение.
- Опишите функции пространственного растрового анализа, реализованные в модуле расширения ArcView Spatial Analyst.
- Какие картографические ВЕБ-сервисы вы знаете? Что общего и какие различия есть в работе и функционале этих сервисов?

9.3. Краткий терминологический словарь

Атрибут - свойство, качественный или количественный признак, характеризующий *пространственный объект*;

Векторная модель данных - цифровое представление точечных, линейных и полигональных *пространственных объектов* в виде набора координатных пар;

Геоинформатика - наука, технология и производственная деятельность по научному обоснованию, проектированию, созданию, эксплуатации и использованию географических информационных систем, по разработке геоинформационных технологий;

Интерполяция - восстановление функции на заданном интервале по известным ее значениям в конечном множестве точек, принадлежащих этому интервалу.

Карта – математически определенное, уменьшенное, генерализованное изображение поверхности Земли, другого небесного тела или космического пространства, показывающее расположенные или спроецированные на них объекты в принятой системе условных знаков.

Картографические проекции – математически определенный способ изображения поверхности Земного шара или *эллипсоида* (или др. планеты) на плоскости.

Математическая основа карт – система математических элементов *карты*, определяющих

размещение на ней изображаемых объектов и геометрические свойства картографического изображения, включает *геодезическую основу, картографические проекции, масштаб* карты координатную сетку;

Пиксел - элемент изображения, наименьшая из его составляющих, получаемая в результате дискретизации изображения (разбиения на далее неделимые); характеризуется прямоугольной формой и размерами, определяющими пространственное *разрешение* изображения.

Растровая модель данных - цифровое представление *пространственных объектов* в виде совокупности *ячеек растра (пикселов)* с присвоенными им значениями.

Цифровая модель рельефа - средство цифрового представления 3-мерных *пространственных объектов (поверхностей, рельефов)* как совокупности **высотных** отметок и иных значений аппликата (координаты Z) в узлах *регулярной сети* с образованием **матрицы высот** (растр), нерегулярной треугольной сети (*TIN*) или как совокупность записей горизонталей или иных изолиний.