


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Кафедра экологической геологии


И.И.Косинова

05.06.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.24 Дистанционное зондирование Земли при эколого-геологических исследованиях

1. Шифр и наименование направления подготовки: 05.03.01 Геология
2. Профиль подготовки/специализации: экологическая геология
3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр
4. Форма образования: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: экологической геологии
6. Составители программы: Силкин Константин Юрьевич, к. г.-м.н., доцент
7. Рекомендована: научно-методическим советом геологического факультета, протокол № 9 от 29.05.2023 г.
8. Учебный год: 2023/2024 Семестр: 8

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью преподавания дисциплины «Дистанционное зондирование Земли при эколого-геологических исследованиях» является подготовка бакалавров компетентных в знании области применения данных дистанционного зондирования Земли; физических основ дистанционного зондирования Земли, методов изучения Земли из космоса, технологий зондирования Земли из космоса, о видах материалов дистанционного зондирования Земли; принципов построения карт по результатам дистанционного зондирования Земли.

Задачами преподавания дисциплины являются:

- изучение дистанционных методов зондирования Земли;
- ознакомление с открытыми архивами материалов дистанционного зондирования Земли;
- получение представлений об изображениях, их получении и обработке;
- изучение технологии и методики дешифрирования.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана подготовки по направлению 05.03.01 Геология (бакалавриат).

Дисциплина «Дистанционное зондирование Земли при эколого-геологических исследованиях» базируется на компетенциях «Геоинформационные системы в экологической геологии», «Геоактивные зоны». Полученные знания реализуются при прохождении производственной преддипломной практики.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	Способность осознавать социальную значимость своей будущей профессии, владением высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности.	Знать: области применения данных ДЗЗ в народном хозяйстве. Уметь: применять методы ДЗЗ в решении народнохозяйственных задач. Иметь навыки: самомотивации при решении народнохозяйственных задач с помощью ДЗЗ.
ПК-3	Способность в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций.	Знать: физические основы ДЗЗ и методы изучения Земли из космоса при интерпретации геологической информации. Уметь: применять методы изучения Земли из космоса при интерпретации геологической информации. Иметь навыки организации работы по интерпретации геологической информации с помощью данных ДЗЗ
ПК-6	Готовность в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утверждённым формам.	Знать: принципы построения карт по результатам ДЗЗ. Уметь: создавать карты по результатам геологической интерпретации данных ДЗЗ. Иметь навыки организации процесса создания карт по результатам геологической интерпретации данных ДЗЗ.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час (в соответствии с учебным планом) — 2/72.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен): зачёт.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		8	№ семестра	...
Аудиторные занятия	36	36		
в том числе:				
лекции	12	12		
практические	-	-		
лабораторные	24	24		
Самостоятельная работа	36	36		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – 36 час.)	0	0		
Итого:	72	72		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Общая характеристика дистанционных методов зондирования Земли.	Физические основы ДЗЗ. Методы изучения Земли из космоса. Технологии ЗЗ из космоса. Общая характеристика методов дистанционного зондирования. Доступ к каталогам материалов ДЗЗ.
1.2	Технология и методика дешифрирования.	Прямые дешифровочные признаки. Косвенные дешифровочные признаки. Индикационное дешифрирование. Технологическая схема процесса дешифрирования.
1.3	Применение ДЗЗ при решении эколого-геологических задач.	Контроль состояния растительности. Контроль состояния водоемов. Принципы составления по данным ДЗЗ карт для обеспечения рационального использования природных ресурсов. Основы космического мониторинга экосистем. Космический мониторинг растительности. Космический мониторинг почв. Космический мониторинг структуры экосистем. Космический мониторинг геофизических эффектов антропогенных экосистем.
3. Лабораторные работы		
3.1	Общая характеристика дистанционных методов зондирования Земли.	Выбор территории для анализа благополучия фитоценозов. Сбор информации об экологическом состоянии территории, природно-климатических факторах и социальном статусе населения. Просмотр полученных сцен с помощью программы MultiSpecWin.
3.2	Технология и методика дешифрирования.	Создание и интерпретация комбинаций каналов по всем собранным сценам. Регистрация на сайте EarthExplore.USGS.gov. Заказ и получение разновременных сцен многозональных космоснимков по территории с сайта EarthExplore.USGS.gov.
3.3	Применение ДЗЗ при решении эколого-геологических задач.	Расчёт и построение схемы распределения NDVI по территории. Автоматическая классификация наземных объектов. Построение и анализ тепловой карты.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)					
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	Всего
1	Общая характеристика дистанционных методов зондирования Земли.	12	-	8	24	-	48
2	Технология и методика дешифрирования.	6	-	8	6	-	12
3	Применение ДЗЗ при решении эколого-геологических задач.	6	-	8	6	-	12
Итого:		12	-	24	36	-	60

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Обучающимся следует использовать опубликованные методические пособия по курсу «Дистанционное зондирование Земли при эколого-геологических исследованиях» из списка литературы и презентационные материалы электронного курса лекций «Дистанционное зондирование Земли при эколого-геологических исследованиях» на Образовательном портале ВГУ – <https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=2110>. На этом портале также доступны презентации лекций и лабораторные задания для самостоятельного выполнения.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Силкин, Константин Юрьевич. Дистанционное зондирование Земли при эколого-геологических исследованиях : учебно-методическое пособие : для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки "Геология" по профилю "Экологическая геология" / К. Ю. Силкин, А. А. Валяльщикова, А. А. Курышев .— Воронеж : Воронежский государственный университет, 2017 .— 67 с. — 4,2 п.л.
2.	Лимонов, Анатолий Николаевич. Фотограмметрия и дистанционное зондирование : учебник для вузов : [для студ. высш. учеб. заведений, обучающихся по направлению подгот. 21.03.02 - Землеустройство и кадастры] / А.Н. Лимонов, Л.Н. Гаврилова ; Гос. ун-т по землеустройству .— Москва : Академический проект, 2016 .— 295, [1] с.
3.	Шовенгердт, Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений : [учебное пособие] / Р.А. Шовенгердт ; пер. с англ. А.В. Кирюшина, А.И. Демьяникова .— М. : Техносфера, 2010 .— 556 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4.	Михайлов, Александр Евгеньевич. Дистанционные методы в геологии : учебник для студ. горно-геол. спец. вузов] / А.Е. Михайлов, Н.И. Корчуганова, Ю.Б. Баранов .— М. : Недра, 1993 .— 224, [1] с.
5.	Космические методы геоэкологии : [Атлас] / Кол. авт. под рук. Ю. Ф. Книжникова; Науч. ред. В. И. Кравцова; МГУ. Каф. картографии и геоинформатики геогр. фак. — М. : Изд-во МГУ, 1998 .— 104 л.фот.
6.	Доливо-Добровольский, Анатолий Вадимович. Геологическое дешифрирование материалов дистанционных съемок : Учебное пособие / А.В. Доливо-Добровольский ; Ленинградский горный институт им. Г.В.Плеханова .— Л. : ЛГИ, 1980 .— 84 с.,

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
7.	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» http://biblioclub.ru/
8.	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» http://www.studmedlib.ru
9.	Электронно-библиотечная система «Лань» https://e.lanbook.com/
10.	Электронно-библиотечная система «РУКОНТ» (ИТС Контекстум) http://rucont.ru
11.	Электронно-библиотечная система «Юрайт» https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru
12.	Электронный учебный курс «Дистанционное зондирование Земли при эколого-геологических исследованиях» – https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=2110 .

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
13.	Силкин, Константин Юрьевич. Дистанционное зондирование Земли при эколого-геологических исследованиях : учебно-методическое пособие : для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки "Геология" по профилю "Экологическая геология" / К. Ю. Силкин, А. А. Валяльщиков, А. А. Курышев .— Воронеж : Воронежский государственный университет, 2017 .— 67 с. — 4,2 п.л.
14.	Дистанционное зондирование Земли при геологических исследованиях [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : [для студ. очной и заочной форм обучения геол. фак. Воронеж. гос. ун-та при изучении курсов : "Дистанционное зондирование Земли", "Аэрокосм. исслед. литосферы", "Аэрокосм. методы" для направления 020300 - Геология] / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: А.И. Трегуб, О.В. Жаворонкин .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2012 .— Загл. с титул. экрана .— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000; Adobe Acrobat Reader .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-142.pdf >.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Электронный курс лекций «Дистанционное зондирование Земли при эколого-геологических исследованиях» на Образовательном портале ВГУ - <https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=2110>.

Программа реализуется с применением дистанционных технологий.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Дистанционное зондирование Земли при эколого-геологических исследованиях» используются:

- кабинет экологической геологии: телевизор LED SAMSUNG UE48H5000AK, ноутбук 15" Packard Bell (Acer); эколого-геологические карты и схемы. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд 217п.
- компьютерный класс: компьютеры Pentium Dual Core G840 / iH61 / 4G DDR3/ 500Gb / DVD-RW 450 W; мониторы 19" LCD Samsung E1920NR; клавиатуры; мышки (10 шт.). ПО: ОС Windows 7 (корпоративная), Kaspersky Endpoint Security 10 for Windows, Microsoft Office 2010 стандартный, LibreOffice 4.4.4 (Free), Map Info Professional 12.0, ArcGIS, QGIS (Free), Micromain, AutoCAD 2016 (академическая подписка) AdobeReader (Free), DjVuLibre+DjView (Free), 7-zip архиватор (Free), EasyTrace 7.99 Pro (Free), GIMP 2.8.8 (Free), Inkscape 0.91 (Free), Google Планета Земля Pro (Free), «ГАРАНТ-Образование» (Free). Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 201пп.

19. Фонд оценочных средств:

19.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
<p>ОПК-1 Способность осознавать социальную значимость своей будущей профессии, владением высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать: области применения данных ДЗЗ в народном хозяйстве. Уметь: применять методы ДЗЗ в решении народнохозяйственных задач. Иметь навыки: самомотивации при решении народнохозяйственных задач с помощью ДЗЗ.</p>	<p>Общая характеристика дистанционных методов зондирования Земли.</p>	<p>Собеседование № 1 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на портале Moodle.</p>
<p>ПК-3 Способность в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций.</p>	<p>Знать: физические основы ДЗЗ и методы изучения Земли из космоса при интерпретации геологической информации. Уметь: применять методы изучения Земли из космоса при интерпретации геологической информации. Иметь навыки организации работы по интерпретации геологической информации с помощью данных ДЗЗ</p>	<p>Представление изображений при их получении и обработке. Восстановление и улучшение изображений. Системы и методы ДЗЗ.</p>	
<p>ПК-6 Готовность в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утвержденным формам.</p>	<p>Знать: принципы построения карт по результатам ДЗЗ. Уметь: создавать карты по результатам геологической интерпретации данных ДЗЗ. Иметь навыки организации процесса создания карт по результатам геологической интерпретации данных ДЗЗ.</p>	<p>Технология и методика дешифрирования. Применение ДЗЗ при решении эколого-геологических задач.</p>	<p>Собеседование № 2 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на портале Moodle.</p>
Итоговая аттестация (экзамен)			КИМ

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических эколого-геологических задач в области дистанционного зондирования Земли	Повышенный уровень	Отлично (Зачтено)
Обучающийся владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических эколого-геологических задач в области дистанционного зондирования Земли, но при этом допускает отдельные ошибки при ответах на вопросы.	Базовый уровень	Хорошо (Зачтено)
Обучающийся владеет, частично, понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, фрагментарно способен применять теоретические знания для решения практических эколого-геологических задач в области дистанционного зондирования Земли.	Пороговый уровень	Удовлетворительно (Зачтено)
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания в базовых положениях и теоретических основах дисциплины, допускает грубые ошибки в иллюстрировании результатов и применении изученных методов при решении эколого-геологических задач дистанционного зондирования Земли.	–	Неудовлетворительно (Не зачтено)

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену:

1. Понятие о дистанционном зондировании окружающей среды. Определение дистанционного зондирования
2. Этапы дистанционных исследований
3. Обработка материалов зондирования
4. Дистанционные методы
5. Электромагнитное излучение. Виды, диапазоны и спектр ЭМИ. Видимое излучение
6. Инфракрасное излучение. Радиоизлучение
7. Влияние атмосферы на распространение излучения
8. Преобразование излучения отражающей поверхностью
9. Технология получения материалов ДЗЗ. Схема получения и обработки данных ДЗЗ
10. Материалы ДЗЗ
11. Технология сканерной съёмки
12. Разрешение изображения
13. Системы ДЗЗ. Назначение. Основные технические характеристики
14. Системы съёмки спутников типа Landsat. История миссии
15. Технологии миссии Landsat
16. Анализ и интерпретация данных ДЗЗ. Понятие дешифрирования
17. Дешифровочные признаки
18. Применение вегетационных индексов. Определение вегетационного индекса
19. Физиологическая основа NDVI
20. Интерпретация значений NDVI

19.3.2 Перечень практических заданий

19.3.4 Тестовые задания

Собеседование № 1

1. Какой объект не включён в определение ДЗСОС?
2. Что не является объектом изучения ДЗСОС?
3. Какой вид излучения не регистрируется в ходе ДЗЗ?
4. Где не устанавливают регистрирующую аппаратуру в ходе выполнения ДЗСОС?
5. Что не входит в число этапов ДЗЗ?
6. Что не входит в число методов ДЗЗ?
7. Что не относится к числу видов ЭМИ?
8. Какой вид ЭМИ характеризует большей длиной волны?
9. Какой вид ЭМИ характеризует большей частотой?
10. Что является источником γ -излучения?
11. Какому цвету соответствует диапазон длин волн 440-485 нм?
12. Какому цвету соответствует диапазон длин волн 590-625 нм?
13. Как обозначается диапазон инфракрасного излучения, характеризующийся наименьшей длиной волн?
14. Как обозначается диапазон ИК-излучения, характеризующийся наибольшими длинами волн?
15. Какие диапазоны радиоизлучения используются для связи с подводными лодками?
16. В каком диапазоне радиоволн работают мобильные телефоны?
17. Для каких целей используется диапазон РЛС и «under k»?
18. На каком принципе основано действие загоризонтных радаров?
19. Какой компонент атмосферы не участвует в рассеянии солнечного излучения?
20. Почему небо голубое?
21. Как называется отражающая способность поверхности планеты?
22. Какой объект имеет наибольшее альбедо?
23. Какой наземный объект характеризуется многократным различием отражающей способности в красном и ближнем инфракрасном диапазоне?
24. Какой наземный объект характеризуется наименьшей отражающей способности во всех диапазонах, кроме синего?

Собеседование № 2

1. Какой этап процесса съёмки ДЗЗ стоит не на своём месте?
2. Какого вида съёмочных систем в зависимости от числа одновременно используемых при съёмке спектральных зон не существует?
3. Какого типа разрешения материалов многозональной съёмки не существует?
4. Чем характеризуется спектральное разрешение?
5. Чем характеризуется радиометрическое разрешение?
6. Какой сенсор дистанционного зондирования имеет наихудшее пространственное разрешение (в среднем по всем каналам)? В скобках указаны КА-носители.
7. Какой сенсор дистанционного зондирования имеет наилучшее пространственное разрешение (в среднем по всем каналам)? В скобках указаны КА-носители.
8. В каком году был запущен первый спутник серии Landsat?
9. В каком году был запущен последний спутник серии Landsat?
10. Сколько КА серии Landsat одновременно работает в настоящее время?
11. Какой инструмент, устанавливаемый на КА серии Landsat, был самым первым в истории миссии?
12. Какой инструмент, устанавливаемый на КА серии Landsat, был самым последним в истории миссии?
13. С какой периодичностью (приблизительно) КА серии Landsat (каждый в отдельности) могут проводить съёмку одного места на поверхности Земли?
14. Какой элемент технологической цепочки получения материалов Landsat стоит не на своём месте?
15. Какова ширина полосы захвата местности инструментами всех КА серии Landsat?
16. Каков масштаб изображения, получаемого КА Landsat 5-8 (без учёта теплового и панхроматического канала).
17. Что не является прямым дешифровочным признаком объекта на спутниковом снимке?
18. Какой прямой дешифровочный признак объекта на спутниковом снимке является самым устойчивым?
19. Какой дешифровочный признак позволяет оценить высоту объекта на спутниковом снимке?
20. Что характеризует NDVI в первую очередь?

21. Какое значение NDVI характерно для густой растительности?
22. Каково отношение яркости зелёных листьев в ближнем ИК-диапазоне к яркости в красном диапазоне (приблизительно)?
23. Что не относится к числу недостатков использования NDVI?
24. По какой формуле вычисляется NDVI? NIR – яркость в ближнем ИК-диапазоне, Red – в красном.

19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ

19.3.5 Темы курсовых работ

19.3.6 Темы рефератов

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: *выполнение лабораторных работ; тестирования*. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков, и опыт деятельности в области *дистанционного зондирования Земли при эколого-геологических исследованиях*.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.

19.5. Фонд оценочных средств сформированности компетенций (перечень заданий)

ОПК-1 Способность осознавать социальную значимость своей будущей профессии, владением высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Какой дешифровочный признак позволяет оценить высоту объекта на спутниковом снимке?

1. Тень.
2. Форма.
3. Местоположение.
4. Размер.

ПК-3 Способность в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Речная дельта на спутниковом изображении характеризуется _____ рисунком.

Ответ: Веерообразным.

ПК-6 Готовность в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утверждённым формам

3) открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Описать физическую основу NDVI, способ его расчёта и интерпретации.

Ответ: Расчёт вегетационного индекса базируется на двух наиболее стабильных участках спектральной кривой отражения растений. В красной области спектра (0,6-0,7 мкм) лежит максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом высших сосудистых растений, а в инфракрасной области (0,7-1,0 мкм) находится область максимального отражения клеточных структур листа. $NDVI = (Red - NIR) / (Red + NIR)$. Интерпретация: NDVI=0,7 – густая растительность; NDVI=0,5 – разреженная растительность; NDVI=0,2 – открытая почва; NDVI=0 – облака.