

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана Геологического факультета

чл.-корр. РАН _____/Н.Н.Ерёмин/

«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физико-химические основы инъекционного закрепления грунтов

Автор-составитель: Самарин Е.Н

Уровень высшего образования:

Магистратура (ИМ)

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Гидрогеология, инженерная геология, геокриология

Магистерская программа

«Инженерная геология»

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учебно-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № _____, _____)

Москва

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*).

Год (годы) приема на обучение – 2022.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Целью курса «Физико-химические основы инъекционного закрепления грунтов» является: ознакомление студентов с физико-химическими закономерностями твердения инъекционных растворов различного химического вида и физического состояния, а также с современными технологическими приемами управления состоянием и свойствами массивов грунтов в геотехнике и природоохранных мероприятиях, в том числе, с использованием промышленных отходов.

Задачи - познакомить студентов с современными инъекционными материалами; дать представление о принципах классифицирования инъекционных материалов; охарактеризовать современные инъекционные технологии применительно к разным типам грунтов; ознакомить студентов с наиболее типичными проектами целенаправленного изменения свойств грунтовых массивов в инженерно-строительных и эколого-геологических целях.

9. Краткое содержание дисциплины (аннотация)

В лекционной части «Физико-химические основы инъекционного закрепления грунтов», состоящей из шести разделов, рассматриваются физико-химические основы твердения вяжущих материалов, используемых для инъекционного закрепления грунтов. Первый раздел посвящен истории развития инъекционных технологий. Второй раздел включает характеристику основных видов инъекционной обработки грунтов и вопросы инъектируемости различных типов грунтов. В третьем разделе дается общая характеристика суспензионных инъекционных растворов. Четвертый раздел посвящен физико-химическим основам использования силикатных инъекционных растворов. Пятый раздел затрагивает физико-химические основы использования битумов и битумных эмульсий. В шестом рассматривается состав инъекционных растворов на основе синтетических смол и дается физико-химическая характеристика их твердения.

1. Место дисциплины в структуре ООП: - относится к вариативной части профильного блока ОПОП, является дисциплиной по выбору.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

Базируется на знаниях по дисциплинам: «Общая химия», «Минералогия с основами кристаллографии», «Петрография», «Литология», «Гидрогеология», «Инженерная геология, часть 1. Грунтоведение», «Методы исследования грунтов в массиве», «Механика грунтов», «Техническая мелиорация грунтов».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ОПК-2.М. Способен применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки при решении задач профессиональной деятельности.	М.ОПК-2. И-1. Использует на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки, при решении исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности.	Знать: состав и физико-химические закономерности твердения наиболее распространенных инъекционных растворов. Уметь: грамотно и профессионально применять инъекционные технологии для решения практических задач применительно к грунтам различных типов. Владеть: способностью

		квалифицированно поставить задачу по целенаправленному изменению состояния, состава и свойств грунтовых массивов, найти оптимальные пути ее решения и добиться наилучшего результата.
--	--	---

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., 72 академических часа, в том числе 26 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (26 часов – занятия лекционного типа), 46 академических часов отведено на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

5. Формат обучения – не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств).

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>			Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>		
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Всего	Работа с литературой (включая подготовку доклада)	Подготовка к контрольному опросу	Всего
Раздел 1. Этапы развития инъекционного закрепления грунтов.	6	2		2	4		4
Раздел 2. Методы инъекционной обработки грунтов.	6	2		2	4		4
Раздел 3. Существующие классификации инъекционных материалов.	6	2		2	4		4
Текущая аттестация 1: <i>экспресс-опрос</i>	4					4	4
Раздел 4. Суспензионные инъекционные растворы.	10	6		6	4		4
Раздел 5. Силикатные инъекционные растворы.	8	4		4	4		4
Текущая аттестация 2: <i>контрольная работа</i>	4					4	4
Раздел 6. Битумы и битумные эмульсии.	9	5		5	4		4
Раздел 7. Инъекционные растворы на основе синтетических смол.	9	5		5	4		4
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>	10	Устный экзамен			10		
Итого	72	26			46		

Содержание лекций

Раздел 1. Основные этапы развития инъекционного закрепления грунтов в России и за рубежом. Исторический обзор технологий за период 1802-1925 гг. Развитие силикатизации – новый этап в химическом инъекционном закреплении грунтов (1925-1964 гг.) Синтетические смолы - новая эра в инъекционных технологиях (1951 г. – наше время). История развития технической мелиорации в России.

Раздел 2. Инъекционные технологии: инъекция методом пропитки, разрывная инъекция, уплотнительная инъекция, смесительные технологии. Инъецируемость грунтов разных типов. Пределы применения инъекционных технологий.

Раздел 3. Классифицирование инъекционных материалов. Принципы построения классификаций А. Камбефора, С. Карона, Р. Кейрола, AFTES, Б.Н. Ржаницина, А.А. Пашенко, С.Д. Воронкевича, Е.Н. Самарина. Классификации инъекционных материалов в нормативной литературе.

Раздел 4. Суспензионные инъекционные растворы. Физико-химические основы твердения. Состав. Инертные наполнители. Модифицирующие добавки.

Раздел 5. Силикатные инъекционные растворы. Физико-химическая характеристика растворов жидкого стекла. Одноразовая и двухразовая инъекционная технология. Основные отвердители. Модифицирующие добавки.

Раздел 6. Битумы и битумные эмульсии. Битумы: состав и строение, пределы применения битумизации. Битумные эмульсии: состав, свойства, основные флокулянты.

Раздел 7. Инъекционные растворы на основе синтетических смол. Синтетические смолы: физико-химические основы твердения олигомеров, состав и свойства инъекционных растворов, основные модифицирующие добавки, принципы регулирования времени гелеобразования. Токсичность компонентов инъекционных растворов и продуктов их полимеризации. Наиболее распространенные коммерческие продукты. Новые инъекционные растворы.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при проведении контрольных опросов.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля:

1. Когда и кем впервые была осуществлена инъекция суспензионного раствора на основе портланд-цемента.
2. Что является началом развития технической мелиорации грунтов в России.
3. Почему и когда было запрещено использование акриламидных инъекционных растворов.
4. Когда впервые были использованы полиуретановые инъекционные растворы.
5. Что такое инъекция методом пропитки.
6. Что такое компенсационная инъекция и когда она была применена впервые.
7. Что такое jet-grouting, и какие модификации этого метода используются в современной практике.
8. Для каких грунтов наиболее предпочтительно использование инъекции с гидроразрывом.
9. Назовите критерий использования инъекции методом пропитки.
10. Назовите основные классификационные признаки классификации инъекционных материалов А. Камбефора.
11. Назовите основные классификационные признаки классификации инъекционных материалов С. Карона.
12. Назовите основные классификационные признаки классификации инъекционных материалов Р. Кейрола.

13. Назовите основные классификационные признаки классификации инъекционных материалов АFTES.
14. В каких нормативных документах рассматриваются вопросы инъекционного закрепления грунтов.
15. Что такое водо-цементное соотношение и каковы пределы его изменения для инъекционных растворов.
16. Что такое ультра дисперсные цементы.
17. Какие добавки используются для ускорения и замедления схватывания цементного теста.
18. Какие отошающие добавки используют для приготовления цементных суспензий.
19. Современное представление о процессе схватывания цемента.
20. Каков механизм полимеризации силиката натрия.
21. Назовите основные неорганические отвердители для жидкого стекла.
22. Назовите основные органические отвердители для жидкого стекла.
23. Что такое «процесс Йостена».
24. Что такое «процесс Гуттмана».
25. Какова физическая природа битума.
26. Состав и свойства битумных эмульсий.
27. Что такое прямая и обратная битумная эмульсия.
28. Назовите основные флокулянты для битумных эмульсий.
29. Какой состав имеет инъекционный раствор на основе Montan Wax.
30. Перечислите органические смолы, используемые для инъекционного закрепления.
31. Что такое сшивающий агент.
32. Что такое активатор.
33. Что такое акселератор.
34. Что такое отвердитель.
35. Что такое ингибитор.
36. Как регулируется время гелеобразования в инъекционных растворах на основе синтетических смол.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Основные этапы развития инъекционного закрепления грунтов в России и за рубежом.
2. История развития технической мелиорации в России.
3. Современные инъекционные технологии.
4. Инъекцируемость грунтов разных типов.
5. Методы учёта изменчивости инженерно-геологических условий при проведении комплексных исследований.
6. Неорганические суспензионные инъекционные растворы: физико-химические основы твердения, состав, инертные наполнители, модифицирующие добавки.
7. Органические суспензионные инъекционные растворы: физико-химические основы твердения, состав, инертные наполнители, модифицирующие добавки.
8. Классификации инъекционных материалов.
9. Силовые рецептуры на основе силикатных инъекционных растворов.
10. Тампонажные рецептуры на основе силикатных инъекционных растворов.
11. Закрепление грунтов битумами.
12. Закрепление грунтов битумными эмульсиями.
13. Физико-химические основы твердения синтетических олигомеров.
14. Закрепление грунтов водорастворимыми синтетическими смолами
15. Закрепление грунтов синтетическими смолами на основе органических растворителей.
16. Структурообразование в химически преобразованных грунтах.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (экзамен)

Результаты обучения, соответствующие виды оценочных средств	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания (устный опрос): состав и физико-химические закономерности твердения наиболее распространенных инъекционных растворов и пределы применимости методов физико-химической обработки грунтов	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения (устный опрос): поставить задачу по целенаправленному изменению состояния, состава и свойств грунтовых массивов, найти оптимальные пути ее решения и добиться наилучшего результата.	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое, допускает неточности непринципиального характера	В целом успешное умение, но содержащее отдельные пробелы	Успешное умение поставить задачу по целенаправленному изменению состояния, состава и свойств грунтовых массивов, найти оптимальные пути ее решения и добиться наилучшего результата.
Навыки владения, опыт деятельности (устный опрос): грамотно и профессионально применять инъекционные технологии для решения практических задач применительно к грунтам различных типов.	Навыки владения инъекционными технологиями для решения практических задач при проектировании отсутствуют.	Фрагментарное владение инъекционными технологиями для решения практических задач при проектировании.	В целом сформированные навыки владения инъекционными технологиями для решения практических задач при проектировании.	Владение инъекционными и технологиями для решения практических задач проектирования применительно к грунтам различных типов.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Воронкевич С.Д. Основы технической мелиорации грунтов. М.: «Научный мир». 2005. 504 с. (библиотека МГУ - БУП)
2. Ржаницын Б.А. Химическое закрепление грунтов в строительстве. М.: Стройиздат, 1986, 264 с. (библиотека МГУ – центральный абонемент)
3. Соколович В.Е. Химическое закрепление грунтов. М.: Стройиздат, 1980, 119 с. (библиотека МГУ – центральный абонемент)

- дополнительная литература.

1. Адамович А.Н. Закрепление грунтов и противодиффузионные завесы. М.: Энергия, 1980. 320 с. (библиотека МГУ – центральный абонемент)
2. Айлер Р.К. Химия кремнезема. М.: Мир, 1982. Т.1. 416 стр. (библиотека МГУ – центральный абонемент).
3. Айлер Р.К. Химия кремнезема. М.: Мир, 1982. Т.2. 712 стр. (библиотека МГУ – центральный абонемент)
4. Камбефор А. Инъекция грунтов. М.: Энергия, 1971. 333 с. (библиотека МГУ – центральный абонемент)
5. Karol R.H. Chemical grouting and soil stabilization. New York-Basel. Marcel Dekker, Inc. 2003, 588 p. (библиотека кафедры).
6. Tallard G.R., Caron C. Chemical Grouts for Soils. Volume 1. Available Materials. 1977. Report No. FHWA-RD-77-5, 233 p. (библиотека кафедры).
7. Weaver K.D., Bruce D.A. Dam Foundation Grouting. ASCE Press, 2007, 473 p. (библиотека кафедры).
8. Bruce D.A. Glossary of Grouting Terminology. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. ASCE. 2005, vol.131, № 12, p.1534-1542. (библиотека кафедры).

Б) Перечень программного обеспечения:

- нелицензионные и свободного доступа
пакет программ Open Office.

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com

Г) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)

- поисковая система научной информации www.scopus.com

- электронная база научных публикаций www.webofscience.com

Д) Материально-техническое обеспечение:

- учебная аудитория с мультимедийным проектором

9. Язык преподавания – русский.

10. **Преподаватель** – Самарин Евгений Николаевич (профессор кафедры инженерной и экологической геологии).

11. **Разработчик программы:** Самарин Е.Н. (профессор кафедры инженерной и экологической геологии).