

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Сибирская школа геонаук»

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании ДОТ  
Протокол №29 от 10 апреля 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«ДИНАМИКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД»**

---

Специальность: 21.05.02 Прикладная геология

---

Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

---

Квалификация: Горный инженер-геолог

---

Форма обучения: очная

---

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Составитель программы:  
Аузина Лариса Ивановна  
Дата подписания: 30.07.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Утвердил: Ланько Анна  
Викторовна  
Дата подписания: 02.09.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Согласовал: Данилова Мария  
Александровна  
Дата подписания: 30.07.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

### 1.1 Дисциплина «Динамика подземных вод» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-2 Способен составлять программы инженерно-геологических и гидрогеологических исследований, строить карты инженерно-геологических и гидрогеологических условий.	ПК-2.3, ПК-2.4

### 1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-2.3	Демонстрирует знания теоретических основ динамики подземных вод	<b>Знать</b> теоретические основы стационарной и нестационарной фильтрации подземных вод <b>Уметь</b> использовать основные расчетные зависимости геофильтрации и геомиграции <b>Владеть</b> навыками решения задач геофильтрации и геомиграции, работы с учебной, нормативной и справочной литературой
ПК-2.4	Способен проводить гидродинамические расчеты, проводить схематизацию гидродинамических условий, оценивать точность и достоверность гидродинамических расчетов	<b>Знать</b> теоретические основы гидродинамических расчетов, схематизации гидродинамических условий, оценки точности и достоверности гидродинамических расчетов <b>Уметь</b> осуществлять схематизацию краевых условий, оценивать достоверность выполненных гидродинамических прогнозов <b>Владеть</b> методами и методиками решения задач геофильтрации и геомиграции; навыками работы с учебной, нормативной и справочной литературой.

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Динамика подземных вод» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Химия», «Основы геодезии и топографии», «Основы стратиграфии и структурная геология», «Общая гидрогеология», «Учебная практика: гидрогеологическая», «Производственная практика: производственно-технологическая практика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Экологическая гидрогеология», «Гидрогеохимия», «Математические методы моделирования в геологии»,

«Водоснабжение и инженерные мелиорации», «Производственная практика: производственно-технологическая практика»

### 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 6	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины	180	108	72
Аудиторные занятия, в том числе:	80	48	32
лекции	48	32	16
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	32	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	64	60	4
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	0	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет, Экзамен	Зачет	Экзамен

### 4 Структура и содержание дисциплины

#### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

##### Семестр № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение. Природные и природно-техногенные гидрогеологические системы	1	6							Устный опрос
2	Гидравлика и физические основы движения водных потоков	2	6							Устный опрос
3	Системный подход к исследованию геологических объектов.	3	6			3	4	1, 2	40	Устный опрос

	Гидродинамическое основы геофильтрации.									
4	Типизация гидрогеологических условий	4	6			4, 5	4			Устный опрос
5	Основные дифференциальные уравнения ДПВ	5	8			1, 2	8	1	20	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		32				16		60	

### Семестр № 7

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	Основы расчетов нестационарной фильтрации	2	4							Устный опрос
6	Основы расчетов стационарной фильтрации.	1	2							Устный опрос
6	Основы теории вертикальных скважин	6	2			6, 6	4			Устный опрос
6	Методы и методики обработки опытно-фильтрационных исследований и режимных наблюдений	6	6			6, 6, 6	6			Устный опрос
6	Гидродинамическое основы массо- и теплопереноса в гидрогеологических системах	6	2			1, 7	6	1	4	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		16				16		40	

### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

#### Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение.	Природные и природно-техногенные

	Природные и природно-техногенные гидрогеологические системы	гидрогеологические системы. Гидрогеодинамические системы. Основные терминологические понятия. Фильтрационные параметры водовмещающих пластов и элементы потоков.
2	Гидравлика и физические основы движения водных потоков	Режимы движения. Силы сопротивления. Уравнение Бернулли. Уравнение Гука. Уравнение Ньютона. Закон Дарси – основной закон фильтрации. Фильтрационные и емкостные свойства пластов.
3	Системный подход к исследованию геологических объектов. Гидродинамические основы геофильтрации.	Понятие схематизации, принципы и последовательность схематизации. Условия правдоподобия. Понятие краевых условий. Начальные и граничные условия. Типовые расчетные схемы.
4	Типизация гидрогеологических условий	Классификация потоков в соответствии с режимом их движения и граничными условиями. Водоносные и водоупорные слои. Структура потоков подземных вод. Одно-, двух- и трехмерная фильтрация
5	Основные дифференциальные уравнения ДПВ	Уравнение неразрывности водных потоков. Уравнение Фурье. Жесткий и упругий режимы фильтрации. Установившееся и неустойчивое движение подземных вод. Уравнения жесткого и упругого режимов установившейся и неустойчивой фильтрации.

#### Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
6	Основы расчетов нестационарной фильтрации	Аналитические методы решения задач нестационарной фильтрации. Гидрогеодинамические основы изучения режима и баланса подземных вод. Уравнение в конечных разностях Н.Н. Каменского. Гидродинамические основы теории влагопереноса. Исследование направленности вертикального водообмена. Предпосылка Гирина.
6	Основы расчетов стационарной фильтрации.	Одномерная плоскопараллельная стационарная фильтрация. Динамика потоков подземных вод в зонах влияния различных инженерных сооружений (водохранилищ, каналов, плотин).
6	Основы теории вертикальных скважин	Плано-радиальная фильтрация. Уравнение Тейса. Приток подземных вод к совершенным выработкам. Квазистационарная фильтрация. Уравнение Тейса-Джейкоба. Уравнение Дюпюи. Плоскорадиальная фильтрация. Особенности фильтрации в анизотропных и гетерогенных пластах. Основы гидродинамических расчетов

		водозабора. Оценка влияния водоотбора на поверхностные водотоки. Расчет фильтрационного сопротивления ложа водоема. Системы взаимодействующих скважин. Метод сложения течений. Метод обобщенных систем скважин.
6	Методы и методики обработки  опытно-фильтрационных исследований и режимных наблюдений	Интерпретация результатов опытно-фильтрационных работ. Графоаналитические способы определения гидрогеологических параметров. Метод Джейкоба. Метод эталонных кривых. Кривая дебита. Определение параметров по данным режимных наблюдений. Достоверность определения параметров и факторы, осложняющие интерпретацию опытных графиков.
6	Гидродинамические основы массо- и теплопереноса в гидрогеологических системах	Основные механизмы массопереноса. Основные механизмы теплопереноса. Физико-химические взаимодействия. Уравнение миграции вещества в подземных водах. Уравнение макро-и микродисперсии. Определение миграционных параметров.

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

#### 4.4 Перечень практических занятий

##### Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Решение прямых задач в условиях естественного установившегося движения подземных вод	4
2	Решение обратных задач в условиях естественного установившегося движения подземных вод	4
3	Решение задач установившейся фильтрации при подпоре подземных вод	4
4	Расчет фильтрационных потерь из водохранилищ и каналов	2
5	Расчет водопритоков подземных вод к совершенным и несовершенным горизонтальным водосборам различного типа	2

##### Семестр № 7

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
---	---	----------------------------

1	Обработка ОФР в программном комплексе «Ansdimat»	4
6	Обработка данных опытно-фильтрационных исследований при неустановившемся режиме фильтрации методом Джейкоба (тремя способами: временного, площадного и комбинированного прослеживаний)	2
6	Расчет водопритоков к совершенным и несовершенным вертикальным водосборам в условиях установившегося режима фильтрации подземных вод. Построение и обработка кривой дебита	2
6	Расчет дебита взаимодействующих скважин применительно к различным схемам их расположения в плане	2
6	Определение гидрогеологических параметров по данным стационарных наблюдений за режимом подземных вод. Решение обратных задач методом конечных разностей	2
6	Обработка результатов опытно-фильтрационных исследований при установившемся режиме фильтрации. Методы учета несовершенства скважин	2
7	Расчет зоны санитарной охраны	2

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	40
2	Проработка разделов теоретического материала	20

##### Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Проработка разделов теоретического материала	4

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия, работа в команде, кейс-технологии

#### 5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

##### 5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

##### 5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

1. Аузина, Лариса Ивановна. Динамика подземных вод: учебное пособие /Л.И. Аузина Иркутск: ИРНИТУ, 2019. - 105 с.
2. Аузина Л. И. Опытнo-фильтрaционнoе исследование. Основные виды работ. Методы обработки : учебное пособие / Л. И. Аузина, Ю. К. Ланкин, А. Г. Вахромеев, 2016. - 120 с.

### **5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:**

1. Аузина Л. И. Поиски и разведка подземных вод : учебное пособие / Л. И. Аузина, 2014. - 120 с.
2. Шестопалов, Александр Осипович. Динамика подземных вод: Учеб. пособие / Александр Осипович Шестопалов, 1987. - 56 с.

## **6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

#### **6.1.1 семестр 6 | Устный опрос**

##### **Описание процедуры.**

Опрос с использованием интерактивных методов: работы в команде и дискуссии

##### **Критерии оценивания.**

- активное участие в командной работе и дискуссии при обсуждении тем раздела 10 баллов,
- не активное участие в командной работе и дискуссии при обсуждении тем раздела 5 баллов,
- неучастие в командной работе и дискуссии при обсуждении тем раздела 0 баллов.

#### **6.1.2 семестр 7 | Устный опрос**

##### **Описание процедуры.**

Опрос с использованием интерактивных методов: работы в команде и дискуссии

##### **Критерии оценивания.**

- активное участие в командной работе и дискуссии при обсуждении тем раздела 10 баллов,
- не активное участие в командной работе и дискуссии при обсуждении тем раздела 5 баллов,
- неучастие в командной работе и дискуссии при обсуждении тем раздела 0 баллов.

### **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

#### **6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации**

Индикатор достижения	Критерии оценивания	Средства
----------------------	---------------------	----------

компетенции		(методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-2.3	Способен выполнять гидродинамические расчеты стационарной и нестационарной фильтрации подземных вод.	Устный опрос
ПК-2.4	Знает основные формы и закономерности движения подземных вод, умеет проводить расчеты гидрогеологических параметров для различных природных и природно-техногенных условий.	Устный опрос

## 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

### 6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

#### 6.2.2.1.1 Описание процедуры

1. Для сдачи зачета по дисциплине ДПВ студент должен иметь при себе: а) зачетку, б) все отчеты по выполненным за семестр лабораторным работам, в) распечатанный список вопросов, в) ручку и два листа чистой бумаги, г) собственные лекции, которыми при подготовке в аудитории при необходимости он сможет воспользоваться, их наличие и полнота будут учитываться при вынесении решения преподавателем.
2. При сдаче зачета студент получает тестовое задание, состоящее из 3-х вопросов (п.6.1.3). Время ответа на тестовое задание – 6 мин.
3. При правильном ответе более чем на 2 вопроса тестового задания студент получает 20 баллов.
4. Студенты, имеющие задолженность по лабораторному практикуму, получают на зачете дополнительные вопросы по не защищенным лабораторным работам.

#### Пример задания:

##### Тестовые задания (примеры):

1. Динамика подземных вод – это наука, изучающая
  1. региональное распределение различных типов подземных вод (ПВ)
  2. качественный состав подземных вод
  3. количественные закономерности движения ПВ
  4. условия локализации крупных скоплений ПВ
2. Гравитационный потенциал – это
  1. удельная энергия гравитационных сил в единице объема водного потока

2. уровень кинетической энергии в расчетной точке
3. суммарная энергия потока в расчетной точке\_

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Более 60 баллов	Менее 60 баллов

#### 6.2.2.2 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

##### 6.2.2.2.1 Описание процедуры

1. Для сдачи экзамена по дисциплине ДПВ студент должен иметь при себе: а) зачетку, б) все отчеты по выполненным за семестр лабораторным работам, в) ручку и два листа чистой бумаги, г) собственные лекции, которыми при подготовке в аудитории при необходимости он сможет воспользоваться, их наличие и полнота будут учитываться при вынесении решения преподавателем.
2. При сдаче экзамена студент получает билет, содержащий 4 вопроса. Время подготовки ответа на билет – 20 мин.
3. При ответе на 4 вопроса экзаменационного билета студент получает дополнительно 20 баллов, на 3 вопроса – 15 баллов, на 2 вопроса – 10 баллов, на 1 вопрос – 5 баллов.
3. Студенты, имеющие задолженность по лабораторному практикуму, получают на экзамене дополнительные вопросы по не защищенным лабораторным работам.

##### Пример задания:

1. Закон Гука
2. Понятие градиента гравитационного потенциала
3. Закон Прандтля
4. Режимы течения водных потоков
5. Коэффициент динамической вязкости
6. Коэффициент упругости пласта
7. Нелинейный закон фильтрации
8. Уравнение Бернулли
9. Линейный закон фильтрации
10. Силы сопротивления движению водных потоков
11. Коэффициент объемного сжатия
12. Закон Ньютона
13. Силы, вызывающие движение водных потоков
14. Коэффициент динамической вязкости
15. Коэффициент объемного сжатия воды
16. Уравнение жесткого режима неустановившейся фильтрации
17. «Правило тангенсов»
18. Предпосылка Дюпюи для плановых потоков
19. Структура фильтрационного потока. Общие положения
20. Прямые задачи плановой установившейся фильтрации
21. Дифференциальное уравнение неустановившегося плано-радиального потока в

изолированном напорном пласте

22. Учет фильтрационного сопротивления ложа водоема на границе потока
23. Линейный плановый поток с учетом инфильтрационного питания
24. Предпосылка Гиринского
25. Обратные задачи плановой установившейся фильтрации
  
26. Схемы естественных установившихся потоков
27. Понятие гетерогенного строения пласта с двойной пористостью
28. Метод фрагментов
29. Связь коэффициентов фильтрации и проницаемости
30. Уравнение жесткого режима установившейся фильтрации
31. Понятие жесткого и упругого режимов фильтрации
32. Понятие конформности отсеков ленты тока
33. Уравнение неразрывности фильтрационного потока
34. Метод Хорнера
35. Определение фильтрационных параметров по данным ОФР при установившемся режиме фильтрации
36. Оценка фильтрационных параметров по данным стационарных наблюдений за режимом подземных вод
37. Учет несовершенства скважин
38. Методы обработки данных ОФР при неустановившемся режиме фильтрации
39. Понятие величины относительной интенсивности инфильтрации
40. Уравнение Дюпюи для одиночной скважины в изолированном напорном пласте
41. Принципы расчета групп взаимодействующих скважин
42. Понятие коэффициента пьезо- (уровне-) проводности
43. Уравнение Дюпюи для одиночной скважины в изолированном безнапорном пласте
44. Определение коэффициента уровнепроводности по данным режимных наблюдений по данным режимных наблюдений по скважинам, находящимся на берегу поверхностных водотоков
45. Свободный и подпертый режимы фильтрации под водоемом при неограниченной его ширине
46. Графтаналитический метод Джейкоба
47. Построение расчетных зависимостей подпора неустановившейся фильтрации
48. Кривая дебита
49. Учет нарушения линейного закона фильтрации в прискважинной зоне.
50. Учет влияния граничных условий 1 2 родов при обработке данных ОФР
51. Метод эталонной кривой
52. Уравнение Тейса
53. Подпор подземных вод. Общие положения
54. Метод подбора на основе уравнения Тейса.
55. Понятие расчетного радиуса скважины
56. Учет влияния двух взаимопересекающихся границ при обработке результатов ОФР
57. Кусочное и непрерывное изменение плотности плановых потоков
58. Определение фильтрационных параметров по данным опытной одиночной откачки в условиях установившегося режима фильтрации
59. Характеристика видов граничных условий потоков подземных вод в плане и разрезе
60. Виды моделирования
61. Принципы схематизации
62. Виды схематизированных потоков ( типовые расчетные схемы)
63. Фундаментальное уравнение массопереноса

64. Коэффициент молекулярной диффузии
65. Коэффициент микродисперсии
66. Понятие действительной скорости фильтрации
67. Понятие сорбции

#### 6.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
более 60 баллов	45-60 баллов	25-45 баллов	менее 25 баллов

### 7 Основная учебная литература

1. 1. Мироненко В. А. Динамика подземных вод [Текст] : учеб. для вузов по направлению "Геология и разведка полез. ископаемых", специальности "Поиск и разведка подзем. вод и инженер.-геол. изыскания" / В. А. Мироненко, 2005. - 519 с.
2. 2. Шестаков Всеволод Михайлович. Динамика подземных вод [Текст] : учебник для вузов по спец. "Гидрогеология и инж. геология" / Всеволод Михайлович Шестаков, 1979. - 368 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-22424.pdf>
3. 3. Динамика подземных вод [Электронный ресурс] : методические указания к проведению лабораторных работ для студентов специальности 080300 "Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2002. - 59 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-6500.pdf>
4. 4. Аузина. Динамика подземных вод : учеб. пособие для специальности 080300 (Лаб. практикум). Ч. 1, 2004. - 87 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-22682.pdf>
5. 5. Аузина Л. И. Динамика подземных вод : учебное пособие / Л. И. Аузина, 2019. - 113 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-27388.pdf>

### 8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. 1. Климентов Петр Платонович. Динамика подземных вод : учеб. для геологоразвед. техникумов / Петр Платонович Климентов, В.М. Кононов, 1985. - 384 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-27388.pdf>
2. 2. Мироненко Валерий Александрович. Динамика подземных вод : учебник / Валерий Александрович Мироненко, 1983. - 357 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-27388.pdf>
3. 3. Гаттенбергер Ю. П. Гидрогеология и динамика подземных вод с основами гидравлики : учеб. для нефт. техникумов / Ю. П. Гаттенбергер, 1980. - 161 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-27388.pdf>

### 9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

## **10 Профессиональные базы данных**

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

## **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.