

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Исполнительный директор
программы развития,
руководитель научно-
исследовательской политики
Г.Н. Суворов
«25» _____ 2026 г.



ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
**МНОГОФАЗНЫЙ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС В ФЛЮИДОНАСЫЩЕННЫХ, ПОРИСТЫХ
И МЕРЗЛЫХ СРЕДАХ**
2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника

1. Паспорт оценочных материалов по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине «Многофазный тепломассоперенос в флюидонасыщенных, пористых и мерзлых средах» предназначены для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации аспирантов, обучающихся по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника.

Оценочные материалы обеспечивают проверку уровня освоения аспирантами углубленных теоретических положений, расчетно-аналитических и исследовательских подходов к анализу процессов переноса теплоты, массы и импульса в многофазных, флюидонасыщенных, пористых, водонасыщенных, мерзлых и техногенно измененных средах.

Настоящие оценочные материалы являются приложением к рабочей программе дисциплины. Они используются при организации текущего контроля, самостоятельной работы аспиранта и промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета. Оценочные материалы не заменяют отдельный комплект заданий для промежуточной аттестации; примерные вопросы и задания используются как банк материалов для подготовки аспирантов и формирования индивидуальных вариантов контроля.

1.1. Компетенции, проверяемые оценочными материалами

Оценочные материалы соотнесены с профессиональными компетенциями, формируемыми при освоении дисциплины.

Код	Содержание компетенции
ПК-1	способность обосновывать и формулировать научную задачу в области теоретической и прикладной теплотехники, включая определение актуальности, цели, задач, объекта, предмета, гипотезы, физической и математической постановки исследования, а также его соответствия паспорту научной специальности 2.4.6
ПК-2	способность применять расчетные, экспериментальные, расчетно-экспериментальные, численные и информационные методы исследования термодинамических, теплогидравлических и тепломассопереносных процессов в теплотехнических системах, одно- и многофазных, пористых, флюидонасыщенных и мерзлых средах, включая обработку, верификацию, валидацию и интерпретацию полученных результатов
ПК-3	способность обосновывать достоверность, научную новизну, теоретическую и практическую значимость результатов исследований в области теоретической и прикладной теплотехники, представлять и апробировать их в форме диссертации, научных публикаций, докладов, отчетов, результатов интеллектуальной деятельности и материалов научно-образовательной деятельности

1.2. Паспорт оценочных материалов

В таблице указаны темы дисциплины и вид промежуточной аттестации в соответствии с рабочей программой. В целях компактности в графе «Код и содержание компетенции» приведены коды компетенций; полное содержание компетенций приведено в пункте 1.1 настоящих оценочных материалов.

№ п/п	Темы дисциплины (модуля) в ходе текущего контроля, вид промежуточной аттестации	Код и содержание компетенции	Оценочные материалы (виды и количество)
1.	Теплофизические и фильтрационные свойства флюидонасыщенных, пористых и мерзлых сред	ПК-1, ПК-2	Участие в семинарских занятиях и научных обсуждениях; расчетно-аналитическое задание; вопросы для текущего

			контроля и дифференцированного зачета
2.	Однофазная и многофазная фильтрация в пористых средах	ПК-1, ПК-2	Расчетно-аналитическое задание; устное собеседование; вопросы для текущего контроля и дифференцированного зачета
3.	Совместный перенос теплоты, массы и импульса в многофазных средах	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Расчетно-аналитическое задание; аналитический обзор; итоговый доклад (презентация); вопросы для текущего контроля и дифференцированного зачета
4.	Тепломассоперенос в мерзлых и водонасыщенных средах	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Расчетно-аналитическое задание; аналитический обзор; устное собеседование; вопросы для текущего контроля и дифференцированного зачета
5.	Прикладные задачи нефтегазовых, энергетических и арктических технологий	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Аналитический обзор; концепция расчетно-экспериментального исследования; итоговый доклад (презентация); расчетно-аналитическое задание
6.	Экспериментальные, расчетные и аналитические методы исследования	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Аналитический обзор; концепция расчетно-экспериментального исследования; итоговый доклад (презентация); интерпретация расчетных, экспериментальных или литературных данных
7.	Дифференцированный зачет, 4 семестр	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Устное собеседование по вопросам дисциплины с учетом выполненных работ текущего контроля

2. Виды и характеристика оценочных средств

Для оценки результатов освоения дисциплины используются следующие оценочные средства:

- 1) участие в семинарских занятиях и научных обсуждениях;
- 2) расчетно-аналитическое задание;
- 3) аналитический обзор современной научной литературы;
- 4) концепция расчетно-экспериментального исследования тепломассопереноса в флюидонасыщенной, пористой или мерзлой среде;
- 5) итоговый доклад (презентация) по тематике дисциплины;
- 6) дифференцированный зачет.

2.1. Участие в семинарских занятиях и научных обсуждениях

Участие в семинарских занятиях и научных обсуждениях используется для проверки теоретической подготовки аспиранта, владения профессиональной терминологией, понимания физических механизмов многофазного теплопереноса и способности аргументированно обсуждать расчетные, экспериментальные и прикладные задачи дисциплины.

В ходе семинарских занятий оцениваются:

- 1) знание основных понятий дисциплины;
- 2) корректность использования терминов: пористость, проницаемость, насыщенность, капиллярное давление, относительная фазовая проницаемость, эффективная теплопроводность, льдистость, влагоперенос, локальное тепловое равновесие, неизотермическая фильтрация;
- 3) способность объяснять физический смысл процессов переноса теплоты, массы и импульса;
- 4) понимание роли фазового состава и структуры порового пространства;
- 5) способность выбирать модель и обосновывать допущения;
- 6) умение связывать обсуждаемый материал с темой диссертационного исследования и паспортом 2.4.6.

2.2. Расчетно-аналитическое задание

Расчетно-аналитическое задание используется для проверки способности аспиранта применять теоретические положения дисциплины к постановке и решению задач теплопереноса в флюидонасыщенных, пористых и мерзлых средах.

Расчетно-аналитическое задание должно включать:

- 1) формулировку задачи;
- 2) исходные данные;
- 3) описание объекта исследования;
- 4) физическую постановку задачи;
- 5) выбор расчетной модели;
- 6) обоснование допущений;
- 7) запись основных уравнений;
- 8) указание начальных и граничных условий;
- 9) определение теплофизических, фильтрационных и фазовых параметров;
- 10) расчет с соблюдением размерностей;
- 11) анализ чувствительности результата к ключевым параметрам при необходимости;
- 12) проверку физической реалистичности результата;
- 13) интерпретацию результата;
- 14) вывод;
- 15) указание связи задачи с паспортом научной специальности 2.4.6.

2.3. Аналитический обзор современной научной литературы

Аналитический обзор современной научной литературы используется для проверки способности аспиранта критически анализировать современные публикации по многофазному теплопереносу, фильтрации, теплофизике пористых и мерзлых сред, фазовым превращениям, экспериментальным и расчетным методам исследования.

Обзор должен быть связан с темой диссертационного исследования аспиранта или с одним из разделов дисциплины.

Рекомендуемая структура аналитического обзора:

- 1) тема обзора;
- 2) связь темы с дисциплиной и паспортом 2.4.6;
- 3) актуальность научной проблемы;
- 4) характеристика объекта исследования;
- 5) анализ не менее 10 научных источников, включая публикации последних 5 лет;
- 6) классификация моделей, методов, экспериментальных подходов или расчетных схем;
- 7) сопоставление результатов, представленных в литературе;
- 8) анализ области применимости моделей;

- 9) выявление ограничений существующих подходов;
- 10) определение нерешенных вопросов;
- 11) связь выявленной научной проблемы с темой диссертации;
- 12) вывод о перспективности дальнейшего исследования.

2.4. Концепция расчетно-экспериментального исследования тепломассопереноса в флюидонасыщенной, пористой или мерзлой среде

Концепция расчетно-экспериментального исследования используется для проверки способности аспиранта сформулировать научную и методическую схему исследования процессов переноса теплоты, массы и импульса в флюидонасыщенных, пористых, водонасыщенных, мерзлых или техногенно измененных средах.

Концепция должна включать:

- 1) название объекта исследования;
- 2) обоснование актуальности рассматриваемой задачи;
- 3) физическую постановку задачи;
- 4) основные процессы переноса теплоты, массы и импульса;
- 5) фазовое состояние среды и возможные фазовые превращения;
- 6) определяющие теплофизические, фильтрационные и фазовые параметры;
- 7) расчетную модель или систему уравнений;
- 8) основные допущения и ограничения модели;
- 9) начальные и граничные условия;
- 10) предполагаемые расчетные, экспериментальные или расчетно-экспериментальные методы исследования;
- 11) измеряемые и рассчитываемые параметры;
- 12) способы верификации, сопоставления или интерпретации результатов;
- 13) возможные источники погрешности и неопределенности;
- 14) связь с темой диссертационного исследования;
- 15) связь с паспортом научной специальности 2.4.6.

2.5. Итоговый доклад (презентация)

Итоговый доклад (презентация) используется для проверки способности аспиранта систематизировать теоретический материал, анализировать научную литературу, формулировать исследовательскую задачу и представлять результаты в научной форме.

Доклад должен быть связан с одним из разделов дисциплины и, по возможности, с темой диссертационного исследования аспиранта.

Рекомендуемая структура доклада:

- 1) название темы;
- 2) актуальность выбранной проблемы;
- 3) связь темы с научной специальностью 2.4.6;
- 4) объект и предмет рассмотрения;
- 5) основные физические процессы;
- 6) основные уравнения, модели и параметры;
- 7) расчетные, экспериментальные или аналитические методы исследования;
- 8) современное состояние вопроса;
- 9) ограничения существующих подходов;
- 10) связь с темой диссертационного исследования;
- 11) выводы.

2.6. Дифференцированный зачет

Дифференцированный зачет проводится в форме устного собеседования по вопросам дисциплины с учетом выполненных аспирантом работ текущего контроля.

На дифференцированном зачете оцениваются:

- 1) знание теоретических основ дисциплины;

- 2) понимание физических механизмов тепломассопереноса;
- 3) способность объяснять роль теплофизических, фильтрационных и фазовых параметров;
- 4) умение формулировать расчетную постановку задачи;
- 5) способность выбирать модель, допущения, начальные и граничные условия;
- 6) умение интерпретировать расчетные, экспериментальные и литературные данные;
- 7) способность связывать содержание дисциплины с темой диссертации и паспортом 2.4.6.

2.7. Распределение баллов текущего контроля

Вид работы	Максимальное количество баллов
Участие в семинарских занятиях и научных обсуждениях	15
Расчетно-аналитическое задание	25
Аналитический обзор современной научной литературы	20
Концепция расчетно-экспериментального исследования тепломассопереноса в флюидонасыщенной, пористой или мерзлой среде	20
Итоговый доклад (презентация) по теме дисциплины	20
Итого	100

2.8. Шкала оценивания текущего контроля

Баллы	Оценка
91-100	отлично
76-90	хорошо
61-75	удовлетворительно
60 и менее	неудовлетворительно

Результаты текущего контроля используются для допуска аспиранта к дифференцированному зачету и учитываются при выставлении итоговой оценки по дисциплине.

2.9. Критерии оценивания текущего контроля

2.9.1. Участие в семинарских занятиях и научных обсуждениях – до 15 баллов

Баллы	Критерии
13–15	Аспирант регулярно и содержательно участвует в обсуждениях, корректно использует терминологию дисциплины, демонстрирует понимание физических механизмов многофазного тепломассопереноса, аргументированно отвечает на вопросы, связывает обсуждаемые темы с паспортом 2.4.6 и темой диссертационного исследования.
10–12	Аспирант участвует в обсуждениях, в целом корректно использует терминологию, демонстрирует понимание основных положений дисциплины, но отдельные ответы недостаточно глубоки или требуют уточнения.
6–9	Участие нерегулярное или преимущественно формальное; аспирант демонстрирует фрагментарное понимание обсуждаемых вопросов, допускает отдельные терминологические или содержательные неточности.
0–5	Аспирант практически не участвует в обсуждениях или допускает грубые ошибки в базовых понятиях, физических законах и терминологии дисциплины.

2.9.2. Расчетно-аналитическое задание – до 25 баллов

Баллы	Критерии
-------	----------

22–25	Задание выполнено корректно; физическая постановка обоснована; модель, допущения, уравнения, начальные и граничные условия выбраны верно; теплофизические, фильтрационные и фазовые параметры определены корректно; размерности соблюдены; результат физически интерпретирован; показана связь задачи с паспортом 2.4.6.
18–21	Задание выполнено в целом правильно; имеются отдельные неточности в расчетах, обосновании допущений, записи уравнений, выборе параметров или интерпретации результата.
12–17	Работа выполнена частично; расчетная схема выбрана недостаточно обоснованно; имеются ошибки в уравнениях, размерностях, начальных или граничных условиях, но общий подход к решению задачи прослеживается.
0–11	Задание не выполнено или выполнено неверно; физическая модель выбрана неправильно; допущены грубые ошибки в физических законах, расчетах, размерностях или интерпретации результата.

2.9.3. Аналитический обзор современной научной литературы – до 20 баллов

Баллы	Критерии
18–20	Обзор выполнен системно и критически; использованы современные научные источники; показано состояние исследований, сопоставлены модели и методы, выявлены ограничения существующих подходов, сформулирована исследовательская ниша, показана связь с темой диссертации и паспортом 2.4.6.
14–17	Обзор в целом соответствует теме, содержит современные источники и анализ подходов, но отдельные ограничения моделей, противоречия, нерешенные вопросы или перспективы раскрыты недостаточно.
9–13	Обзор носит преимущественно реферативный характер; анализ источников ограничен; связь с темой диссертации и паспортом 2.4.6 показана неполно.
0–8	Обзор не соответствует теме, содержит нерелевантные источники, не отражает современное состояние научной проблемы или не представлен.

2.9.4. Концепция расчетно-экспериментального исследования тепломассопереноса в флюидонасыщенной, пористой или мерзлой среде – до 20 баллов

Баллы	Критерии
18–20	Концепция разработана полно и научно обоснованно; корректно определены объект исследования, физические процессы, параметры среды, расчетная или экспериментальная схема, основные уравнения, допущения, начальные и граничные условия, способы проверки и интерпретации результатов; показана связь с темой диссертации и паспортом 2.4.6.
14–17	Концепция в целом соответствует заданию, но отдельные элементы требуют уточнения: физическая постановка, выбор параметров, методы исследования, способы верификации или ограничения модели.
9–13	Концепция носит преимущественно описательный характер; расчетно-экспериментальная схема представлена неполно; связь с темой диссертации и паспортом 2.4.6 показана недостаточно убедительно.
0–8	Концепция не соответствует тематике дисциплины, не содержит выраженной физической и теплотехнической постановки задачи либо не представлена.

2.9.5. Итоговый доклад (презентация) – до 20 баллов

Баллы	Критерии
18–20	Доклад логичен, содержателен и выполнен на высоком научном уровне; раскрыты физические механизмы рассматриваемого процесса; показаны модели, параметры, методы исследования и ограничения; презентация оформлена корректно; аспирант уверенно отвечает на вопросы и связывает тему с диссертационным исследованием.
14–17	Доклад в целом раскрывает тему, но имеются отдельные замечания к глубине анализа, структуре, подбору источников, визуализации, обоснованию моделей или ответам на вопросы.
9–13	Доклад преимущественно описательный, недостаточно структурирован, слабо раскрывает физическую постановку задачи, содержит ограниченный анализ источников или неполную связь с темой диссертации.
0–8	Доклад не соответствует тематике дисциплины, не раскрывает содержание выбранного раздела, содержит существенные терминологические или физические ошибки либо не представлен.

2.10. Критерии оценки результатов кандидатского экзамена

Оценка	Критерии
Отлично	Аспирант демонстрирует глубокое и системное понимание физических механизмов многофазного теплопереноса в флюидонасыщенных, пористых, водонасыщенных и мерзлых средах; грамотно использует профессиональную терминологию; корректно формулирует физическую и расчетную постановку задачи; обоснованно выбирает модели, параметры, допущения, начальные и граничные условия; способен анализировать расчетные, экспериментальные и литературные данные; уверенно связывает содержание дисциплины с темой диссертационного исследования и паспортом 2.4.6.
Хорошо	Аспирант в целом правильно раскрывает содержание дисциплины, владеет основными понятиями и расчетными подходами, способен анализировать типовые задачи теплопереноса в пористых и мерзлых средах, но допускает отдельные неточности при раскрытии сложных моделей, межфазных процессов, фазовых превращений или ограничений расчетных зависимостей.
Удовлетворительно	Аспирант владеет базовой терминологией и общими представлениями о теплопереносе в пористых и мерзлых средах, но испытывает затруднения при самостоятельной постановке исследовательской задачи, выборе модели, обосновании граничных условий, анализе фазовых превращений и интерпретации результатов.
Неудовлетворительно	Аспирант не владеет основными понятиями дисциплины; не способен объяснить физические механизмы переноса теплоты, массы и импульса в многофазных пористых средах; допускает грубые ошибки при формулировке расчетных постановок; не может связать содержание дисциплины с направлением диссертационного исследования.

2.11. Условия допуска к дифференцированному зачету

К дифференцированному зачету по дисциплине «Многофазный теплоперенос в флюидонасыщенных, пористых и мерзлых средах» допускается аспирант, который:

- 1) освоил основные разделы дисциплины;
- 2) принял участие в семинарских занятиях и научных обсуждениях;

- 3) выполнил предусмотренные рабочей программой дисциплины виды текущего контроля в объеме, достаточном для получения положительной оценки;
- 4) выполнил расчетно-аналитическое задание и / или аналитический обзор современной научной литературы;
- 5) подготовку концепции расчетно-экспериментального исследования тепломассопереноса в флюидонасыщенной, пористой или мерзлой среде;
- 6) подготовил итоговый доклад (презентацию) по теме дисциплины или теме, связанной с диссертационным исследованием;
- 7) продемонстрировал способность связать содержание дисциплины с паспортом научной специальности 2.4.6;
- 8) не имеет академической задолженности по дисциплине;
- 9) выполнил требования, установленные рабочей программой дисциплины и локальными нормативными актами университета.

При наличии неудовлетворительных результатов текущего контроля аспиранту может быть предложена доработка соответствующих материалов до прохождения дифференцированного зачета.

3. Оценочные средства

3.1. Примерные вопросы для текущего контроля и дифференцированного зачета

1. Пористая среда как объект теоретической и прикладной теплотехники.
2. Флюидонасыщенные, водонасыщенные и мерзлые среды: основные понятия и параметры.
3. Пористость, проницаемость, насыщенность и капиллярное давление.
4. Относительные фазовые проницаемости и их физический смысл.
5. Теплофизические свойства флюидонасыщенных горных пород.
6. Эффективная теплопроводность пористых и мерзлых сред.
7. Теплоемкость, температуропроводность и переносные свойства пористых материалов.
8. Влияние влажности, льдистости, температуры и давления на теплофизические свойства среды.
9. Закон Дарси и область его применимости.
10. Однофазная фильтрация в пористой среде.
11. Радиальная фильтрация и ее применение к задачам скважинной гидродинамики.
12. Многофазная фильтрация: основные понятия и определяющие параметры.
13. Фильтрация водонефтяных, газожидкостных и газоконденсатных смесей.
14. Капиллярные эффекты в пористых средах.
15. Неизотермическая фильтрация и ее особенности.
16. Уравнения сохранения массы, импульса и энергии в многофазной пористой среде.
17. Локальное тепловое равновесие и локальное тепловое неравновесие фаз.
18. Межфазный тепло- и массообмен в многофазных системах.
19. Совместный перенос теплоты, массы и импульса в поровом пространстве.
20. Фазовые превращения в пористых и флюидонасыщенных средах.
21. Промерзание и оттаивание водонасыщенных грунтов.
22. Тепловой режим мерзлых грунтов.
23. Миграция влаги при наличии температурных градиентов.
24. Изменение теплофизических свойств среды при промерзании и оттаивании.
25. Морозное пучение как следствие тепломассопереноса и фазовых превращений.
26. Тепловое воздействие скважин и трубопроводов на окружающую пористую среду.
27. Тепловые процессы в пластах, скважинах, призабойных зонах и трубопроводах.
28. Тепловые методы воздействия на пласт.
29. Тепломассоперенос в газоконденсатных системах с фазовыми превращениями.
30. Образование и разложение газовых гидратов в пористых средах.
31. Тепловой режим резервуаров и объектов промышленной инфраструктуры.

32. Тепловое воздействие энергетических и промышленных объектов на природно-технические системы.
33. Тепломассоперенос в условиях Сибири, Арктики и криолитозоны.
34. Экспериментальные методы определения фильтрационных свойств керна.
35. Методы определения теплопроводности и теплоемкости пористых и мерзлых сред.
36. Интерпретация результатов лабораторных исследований кернов, грунтов и пористых материалов.
37. Верификация расчетных моделей многофазного тепломассопереноса.
38. Сопоставление расчетных, экспериментальных и литературных данных.
39. Современные численные подходы к моделированию тепломассопереноса в пористых и мерзлых средах.
40. Связь задач многофазного тепломассопереноса с паспортом научной специальности 2.4.6.

3.2. Примерные расчетно-аналитические задания

1. Оценка эффективной теплопроводности пористой среды.

Для заданной пористости, теплопроводности твердого скелета и насыщающего флюида оценить эффективную теплопроводность пористой среды. Сравнить возможные модели осреднения и указать область их применимости.

2. Расчет теплового режима водонасыщенного пористого слоя.

Сформулировать задачу нестационарной теплопроводности в водонасыщенной пористой среде, задать начальные и граничные условия, определить характерное время изменения температурного поля.

3. Постановка задачи однофазной фильтрации.

Для пористой среды с заданной проницаемостью, вязкостью флюида и перепадом давления записать расчетную схему однофазной фильтрации, определить фильтрационную скорость и расход.

4. Радиальная фильтрация к скважине.

Сформулировать расчетную задачу радиального притока флюида к скважине. Определить основные параметры, влияющие на дебит, и указать ограничения применимости модели.

5. Неизотермическая фильтрация в пористой среде.

Составить систему уравнений, описывающих совместный перенос теплоты и фильтрационное движение флюида. Указать необходимые замыкающие соотношения и теплофизические параметры.

6. Многофазная фильтрация водонефтяной смеси.

Для заданных насыщенностей фаз описать роль относительных фазовых проницаемостей, капиллярного давления и вязкости фаз. Сформулировать расчетную постановку задачи.

7. Межфазный теплообмен в многофазной пористой среде.

Составить баланс энергии для системы «твердый скелет – жидкая фаза – газовая фаза». Обсудить условия локального теплового равновесия и локального теплового неравновесия.

8. Промерзание водонасыщенного грунта.

Сформулировать задачу промерзания водонасыщенной пористой среды с учетом фазового перехода воды в лед. Указать роль скрытой теплоты фазового перехода, влажности и граничных условий.

9. Оценка влияния льдистости на теплофизические свойства мерзлой среды.

Для заданного состава мерзлой среды оценить изменение эффективной теплопроводности и теплоемкости при изменении содержания льда.

10. Тепловое воздействие трубопровода на мерзлый грунт.

Разработать расчетную схему оценки температурного поля вокруг трубопровода. Указать факторы, определяющие глубину и интенсивность теплового воздействия.

11. Тепловой режим скважины в флюидонасыщенной среде.

Составить тепловой баланс скважины и окружающей пористой среды. Указать влияние температуры флюида, расхода, теплофизических свойств пород и режима эксплуатации.

12. Фазовые превращения в газоконденсатной системе.

Описать влияние изменения давления и температуры на фазовый состав газоконденсатной смеси. Сформулировать постановку задачи тепломассопереноса с фазовыми превращениями.

13. Образование и разложение газовых гидратов в пористой среде.

Сформулировать физическую постановку задачи, указать роль температуры, давления, насыщенности, теплового эффекта фазового перехода и фильтрационного переноса.

14. Экспериментальное определение фильтрационных свойств керна.

Предложить схему эксперимента по определению проницаемости или относительной фазовой проницаемости. Указать измеряемые параметры, расчетные зависимости и возможные источники погрешности.

15. Верификация расчетной модели тепломассопереноса.

Для выбранной модели тепломассопереноса в пористой или мерзлой среде предложить способ проверки корректности расчетной модели тепломассопереноса: сравнение с аналитическим решением, экспериментом или литературными данными.

16. Связь расчетной задачи с темой диссертации и паспортом 2.4.6.

Для темы диссертационного исследования аспиранта сформулировать расчетную или экспериментальную задачу по дисциплине, указать объект, предмет, параметры, методы, ожидаемые результаты и соответствующие положения паспорта научной специальности 2.4.6.

3.3. Примерные темы аналитических обзоров, докладов и презентаций

1. Современные модели многофазного тепломассопереноса в пористых и флюидонасыщенных средах.
2. Теплофизические и фильтрационные свойства флюидонасыщенных горных пород, кернов и пористых материалов.
3. Экспериментальное определение фильтрационных характеристик кернов и пористых сред.
4. Относительные фазовые проницаемости и их роль в задачах многофазной фильтрации.
5. Неизотермическая однофазная и многофазная фильтрация в нефтегазовых пластах.
6. Совместный перенос теплоты, массы и импульса в многофазных пористых средах.
7. Локальное тепловое равновесие и локальное тепловое неравновесие фаз в многофазных системах.
8. Межфазный тепло- и массообмен в флюидонасыщенных и пористых средах.
9. Тепломассоперенос в скважинах, трубопроводах и призабойных зонах.
10. Тепловые методы воздействия на пласт и их теплофизическое обоснование.
11. Тепломассоперенос в газожидкостных и газоконденсатных системах.
12. Фазовые превращения в пористых средах и их влияние на тепловой режим.
13. Газовые гидраты в пористых средах: теплофизические аспекты образования и разложения.
14. Промерзание и оттаивание водонасыщенных пористых сред.
15. Теплофизические свойства мерзлых и талых грунтов.
16. Миграция влаги в мерзлых и промерзающих грунтах при наличии температурных градиентов.
17. Тепловой режим мерзлых, водонасыщенных и техногенно измененных пористых сред.
18. Тепловое воздействие трубопроводов, скважин, резервуаров и промышленных объектов на мерзлые грунты.
19. Тепломассоперенос в природно-технических системах Сибири, Арктики и криолитозоны.
20. Пассивные системы стабилизации теплового режима мерзлых грунтов: термосифоны, тепловые трубы и иные теплообменные устройства.
21. Расчетные модели промерзания, оттаивания и фазовых превращений в пористых средах.
22. Численное моделирование тепломассопереноса в флюидонасыщенных, пористых и мерзлых средах.

23. Методы верификации и валидации расчетных моделей многофазного теплопереноса.

24. Сопоставление расчетных, экспериментальных и литературных данных в задачах теплопереноса.

25. Применение методов анализа данных и физически обоснованных моделей машинного обучения в задачах фильтрации и теплопереноса в пористых средах.

26. Концепция расчетно-экспериментального исследования теплопереноса в флюидонасыщенной, пористой или мерзлой среде по теме диссертационного исследования аспиранта.

27. Соответствие темы диссертационного исследования аспиранта паспорту научной специальности 2.4.6 через задачи многофазного теплопереноса.

3.4. Задание на разработку концепции расчетно-экспериментального исследования

Аспиранту необходимо подготовить концепцию расчетно-экспериментального исследования теплопереноса в флюидонасыщенной, пористой, водонасыщенной, мерзлой или техногенно измененной среде. Концепция должна быть связана с темой диссертационного исследования аспиранта или с одним из разделов дисциплины и должна показывать принадлежность выбранной задачи к научной специальности 2.4.6.

Рекомендуемая форма таблицы:

Элемент концепции	Формулировка по теме исследования	Обоснование и ожидаемый результат
Объект исследования		
Актуальность задачи		
Физическая постановка задачи		
Основные процессы переноса теплоты, массы и импульса		
Фазовое состояние среды и возможные фазовые превращения		
Определяющие теплофизические, фильтрационные и фазовые параметры		
Расчетная модель или система уравнений		
Допущения и ограничения модели		
Начальные и граничные условия		
Расчетные, экспериментальные или расчетно-экспериментальные методы		
Измеряемые и рассчитываемые параметры		
Способы верификации, валидации и интерпретации результатов		
Связь с темой диссертации		
Связь с паспортом научной специальности 2.4.6		

3.6. Рекомендуемая структура ответа на дифференцированном зачете

При ответе на вопрос дифференцированного зачета аспиранту рекомендуется придерживаться следующей структуры:

- 1) дать определение рассматриваемого явления, процесса, параметра или модели;
- 2) раскрыть физический смысл рассматриваемого процесса;
- 3) указать объект или класс объектов, для которых процесс характерен;
- 4) записать основные уравнения или расчетные соотношения;

- 5) пояснить используемые параметры и размерности;
- 6) обосновать исходные допущения;
- 7) указать начальные и граничные условия, если они необходимы;
- 8) пояснить область применимости модели;
- 9) указать возможные ограничения и источники погрешности;
- 10) привести пример прикладного использования;
- 11) показать связь с научной специальностью 2.4.6;
- 12) при возможности показать связь с темой собственного диссертационного исследования.