

Приложение 2 к РПД «Сейсморазведка»
05.03.01 Геология
Направленность (профиль) – Геофизика
Форма обучения – очная
Год набора – 2021

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Общие сведения

1.	Кафедра	Горного дела, наук о Земле и природообустройства
2.	Код и направление подготовки, направленность (профиль)	05.03.01 Геология, Геофизика
3.	Дисциплина (модуль)	Сейсморазведка
4.	Количество этапов формирования компетенций (разделы, темы дисциплины)	9

2. Перечень компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-4. Способен применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач	ПК-4.1. Выбирает методы, оборудование и установки геофизических исследований. ПК-4.2. Регулирует и настраивает геофизическую аппаратуру и контрольно-измерительные приборы. ПК-4.3. Осуществляет монтаж (и демонтаж) установок для геофизических исследований.
ПК-5. Способен к работе на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании	ПК-5.1. Осуществляет обработку результатов полевых и лабораторных геофизических исследований при решении опытных и производственных задач. ПК-5.2. Применяет различные виды аппаратуры для проведения полевых исследований. ПК-5.3. Выполняет наладку настройку и подготовку к измерениям современных геофизических приборов и информационных систем по эксплуатации в соответствии с инструкциями. ПК-5.4. Выполняет калибровку, поверку, градуировку геофизических средств измерения в различных условиях эксплуатации. ПК-5.5. Проектирует геофизические работы с учетом возможностей современной геофизической аппаратуры. ПК-5.6. Сопоставляет, оценивает и анализирует факторы, влияющие на результат проведения геофизических исследований.

3. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Индикаторы компетенции	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности и компетенций
			Знать:	Уметь:	Владеть:	
1. Введение	ПК-4. Способен применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач ПК-5. Способен к работе на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании	ПК-4.1. Выбирает методы, оборудование и установки геофизических исследований. ПК-4.2. Регулирует и настраивает геофизическую аппаратуру и контрольно-измерительные приборы. ПК-4.3. Осуществляет монтаж (и демонтаж) установок для геофизических исследований.	Этапы развития сейсморазведки. Значение и роль сейсмометрии в настоящее время при поисках и разведки полезных ископаемых, при решении инженерных задач и фундаментальных проблем внутреннего строения Земли.	Использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии, геологии и геохимии, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач	Физическими и геологическими основами сейсморазведки	Реферат
2. Динамическая теория упругости		ПК-5.1. Осуществляет обработку результатов полевых и лабораторных геофизических исследований при решении опытных и производственных задач.	Чистая деформация. Тензор деформации. Распределение скоростей деформации. Главные направления тензора деформаций. Главные деформации. Дилатация. Деформация объема. Деформация сдвига.	Определять характер деформаций упругой среды при распространении сейсмических волн	Основами распространения волн в среде.	Практическая работа № 1
3. Физические геологические и основы сейсморазведки		ПК-5.2. Применяет различные виды аппаратуры для проведения полевых исследований.	Геолого-геофизические задачи, решаемые методами сейсморазведки	Формулировать задачи и обосновывать постановку различных видов геофизических исследований	Опытном анализа и обобщения геофизических данных и прогнозирования залежей полезных ископаемых	Практические работы № 2, 3.4, 5, 6, 7, 8. Реферат
4. Волновые процессы в упругих средах		ПК-5.3. Выполняет наладку настройку и подготовку к измерениям современных геофизических приборов и информационных	Расчёт литофизических и сейсмогеологических параметров изучаемого разреза и моделей перспективных горизонтов;	Определять кинематические и динамические поправки. Проводить коррекцию кинематических	основными понятиями о сигналах, помехах, типах волн, способах расчета,	Практическая работа № 9 Лабораторная работа №1

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Индикаторы компетенции	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
			Знать:	Уметь:	Владеть:	
		систем по эксплуатации в соответствии с инструкциями. ПК-5.4. Выполняет калибровку, поверку, градуировку геофизических средств измерения в различных условиях эксплуатации.	кинематическая и динамическая привязка опорных отражающих горизонтов	поправок.	моделирования и анализа волновых полей	
5. Методика и техника проведения полевых наблюдений		ПК-5.5. Проектирует геофизические работы с учетом возможностей современной геофизической аппаратуры.	Методики сейсморазведочных работ, применяемых при поисках месторождений полезных ископаемых	Выбирать параметры систем наблюдения. Изображать системы наблюдения.	Общим строением сейсмоприемников, сейсмостанций и методиками измерений	Практическая работа № 10
6. Сейсморазведочная аппаратура		ПК-5.6. Сопоставляет, оценивает и анализирует факторы, влияющие на результат проведения геофизических исследований.	Общие принципы строения аппаратуры и методики проведения полевых работ	Работать с современной сейсморегистрирующей аппаратурой, проводить полевые наблюдения	Методикой проведения полевых работ	Лабораторная работа № 2
7. Обработка и интерпретация сейсмических данных			Основные приемы обработки и интерпретации полученных сейсмических материалов	интерпретировать результаты сейсморазведки, анализировать сейсмогеологические модели	Основными подходами к интерпретации сейсморазведочных данных, особенностями геофизических полей для различных типов геологических объектов	Практическая работа №11. Лабораторная работа №3
8. Решение прямых и обратных задач сейсморазведки			Подходы к решению прямых и обратных задач	Рассчитывать аномальные поля и строить геофизические	Лучевым методом решения прямой и обратной задач сейсморазведки.	Практическая работа №12 Лабораторная работа №4
9. Применение сейсморазведки			Вертикальное сейсмическое профилирование	Интерпретировать информацию в области применения	Методами количественного и качественного	Реферат

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Индикаторы компетенции	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
			Знать:	Уметь:	Владеть:	
			(ВСП). Инженерную сейсмику. Рудную сейсморазведку. Сейсморазведку нефтяных и газовых месторождений. Морскую и речную сейсморазведку. Глубинное сейсмическое зондирование (ГСЗ). Опытные-методические работы в сейсморазведке. Сейсмический мониторинг.	сейсмических данных	анализа геофизических полей	

4. Критерии и шкалы оценивания

4.1 За выполнение лабораторной работы выставляются баллы

5 баллов – студент решил все рекомендованные задачи, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

4 балла – студент решил не менее 85% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

3 балла – студент решил не менее 65% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

2 балла – студент выполнил менее 50% задания, и/или неверно указал варианты решения.

За работу на каждом лабораторном занятии студент получает по 2 балла.

4.2. За выполнение практической работы выставляются баллы

5 баллов – студент решил все рекомендованные задачи, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

4 балла – студент решил не менее 85% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

3 балла – студент решил не менее 65% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

2 балла – студент выполнил менее 50% задания, и/или неверно указал варианты решения.

За работу на каждом практическом занятии студент получает по 1 баллу.

4.3. За подготовку реферата выставляются баллы

Баллы	Характеристики раскрытия темы студентом
6	– студент глубоко и всесторонне усвоил проблему; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет понятиями
5	– студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой основных понятий
4	– тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой понятий

3	– студент не усвоил значительной части проблемы; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений; – не владеет понятийным аппаратом
---	--

4.4. За выполнение курсовой работы выставляются баллы

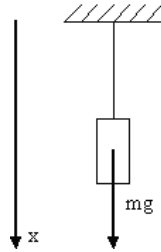
Баллы	Характеристики раскрытия темы студентом
5	– студент выполнил работу в полном объеме, самостоятельно; – показал высокий уровень общей теоретической подготовленности; – владеет практическими навыками исследовательской деятельности; – продемонстрировал умения работать с библиографическими источниками, справочниками; – в работе сделаны точные и полные выводы. – материал курсовой работы излагается ясно и четко. – в работе обоснованы актуальность, грамотно сформулированы цель, задачи, объект, предмет исследования.
4	– студент выполнил работу в полном объеме, самостоятельно; – показал высокий уровень общей теоретической подготовленности; – владеет практическими навыками исследовательской деятельности; – продемонстрировал умения работать с библиографическими источниками, справочниками; – в работе сделаны точные и полные выводы. – материал курсовой работы излагается ясно и четко. – в работе обоснованы актуальность, грамотно сформулированы цель, задачи, объект, предмет исследования; – в работе присутствуют незначительные ошибки, неточности, проблемы в оформлении.
3	– студент выполнил и защитил курсовую работу на достаточном уровне, но в работе не до конца и не в полной мере раскрыты теоретические положения, выводы, слабо решены задачи, есть проблемы в оформлении; – в ходе защиты обучающийся демонстрирует минимальные навыки владения методами публичного выступления и научной дискуссии.
2	– курсовая работа не соответствует установленным требованиям, выполнена с нарушением действующих нормативов времени и оформления текста; – в работе допущены серьезные ошибки, не решены в полном объеме поставленные задачи, цель работы не достигнута; – изложение материала имеет реферативный характер; – в ходе защиты студент демонстрирует отсутствие навыков публичной речи и научной дискуссии.

5. Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.1 Типовые примеры практических работ

1. Практическая работа №1 «Элементы теории деформации и напряжений»

Задача 1. Проволока длиной 3 м и диаметром 0.8 м висит вертикально. К свободному концу проволоки подвесили груз массой 5 кг. Длина проволоки увеличилась на 0.6 мм. Определить напряжение σ_{xx} , относительное удлинение $\Delta l/l$ и модуль упругости E .



Решение: Напряжение вычисляется $\sigma = F/S$, где F – сила, действующая на единицу площади S . Упругая сила по модулю равна силе тяжести $F = mg$. Площадь S сечения проволоки $S = \pi d^2/4$ (Площадь круга $S = \pi r^2$), следовательно

$$\sigma_{xx} = \frac{4mg}{\pi d^2} = \frac{5 \cdot 9.8 \cdot 4}{3.14 \cdot (0.8 \cdot 10^{-3})^2} \frac{H}{m^2} = 97\,531\,847 \frac{H}{m^2} = 98 \text{ МПа}.$$

Определяем относительное удлинение

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{0.6 \cdot 10^{-3}}{3} = \frac{0.6 \cdot 10^{-3}}{3} = 2 \cdot 10^{-4}.$$

Определяем модуль упругости. По закону Гука

$$E = \frac{\sigma_{xx}}{\varepsilon_{xx}} = \left| \frac{\sigma_{xx}}{\varepsilon_{xx}} \right| = \frac{l}{\Delta l} \cdot \sigma_{xx} = 487.7 \text{ ГПа}.$$

Задача 2. А) Подставляя в

$$\sigma_{ii} = \lambda \Delta + 2\mu \varepsilon_{ii}$$

$\sigma_{xx} > 0$, $\sigma_{yy} = \sigma_{zz} = 0$, покажите, что $\varepsilon_{yy} = \varepsilon_{zz}$, и подтвердите правильность $\sigma = \frac{\lambda}{2(\lambda + \mu)}$

(σ – коэффициент Пуассона).

Решение: 1) Из закона Гука

$2\mu \neq 0$, тогда $\varepsilon_{yy} - \varepsilon_{zz} = 0$, следовательно $\varepsilon_{yy} = \varepsilon_{zz}$.

2) Коэффициент Пуассона $\sigma = -\varepsilon_{yy}/\varepsilon_{xx}$. По условию $\sigma_{ii} = \lambda \Delta + 2\mu \varepsilon_{ii}$.

Обе части уравнения делим на ε_{xx}

$$\frac{\sigma_{xx}}{\varepsilon_{xx}} = \lambda + \frac{2\lambda \varepsilon_{yy}}{\varepsilon_{xx}} + 2\mu,$$

но $\frac{\varepsilon_{yy}}{\varepsilon_{xx}} = -\sigma$, а $\frac{\sigma_{xx}}{\varepsilon_{xx}} = E$ – модуль Юнга, тогда $E = \lambda - 2\lambda\sigma + 2\mu$.

Кроме того, известно, что $E = \frac{\mu(3\lambda + 2\mu)}{\lambda + \mu}$. Равны левые части, следовательно, равны

и правые. Тогда

$$\frac{\mu(3\lambda + 2\mu)}{\lambda + \mu} = \lambda - 2\lambda\sigma + 2\mu,$$

$$2\lambda\sigma = \lambda - \frac{\mu(3\lambda + 2\mu)}{\lambda + \mu} + 2\mu = \frac{\lambda^2}{\lambda + \mu}, \text{ ч. т. д.}$$

$$\sigma = \frac{\lambda}{2(\lambda + \mu)}$$

Б) Складывая три уравнения из (А) для σ_{xx} , σ_{yy} , σ_{zz} , выведите $E = \frac{\mu(3\lambda + 2\mu)}{\lambda + \mu}$.

Решение: Согласно закону Гука $\sigma_{yy} = \sigma_{zz} = 0$, $\sigma_{xx} > 0$, $\varepsilon_{yy} = \varepsilon_{zz}$, то

$$\sigma_{xx} = 3\lambda\Delta + 2\mu(\varepsilon_{xx} + 2\varepsilon_{yy}) = 3\lambda\Delta + 2\mu\varepsilon_{xx} + 4\mu\varepsilon_{yy} = \left| \Delta = \underset{\text{Дилатация}}{\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy} + \varepsilon_{zz}} \right| =$$

$$= 3\lambda\Delta\varepsilon_{xx} + 6\lambda\varepsilon_{yy} + 4\mu\varepsilon_{yy} + 2\mu\varepsilon_{xx} = \varepsilon_{xx}(3\lambda + 2\mu) + 2\varepsilon_{yy}(3\lambda + 2\mu) =$$

$$= (\varepsilon_{xx} + 2\varepsilon_{yy})(3\lambda + 2\mu).$$

Коэффициент Пуассона

$$\sigma = -\frac{\varepsilon_{yy}}{\varepsilon_{xx}} = -\frac{\varepsilon_{zz}}{\varepsilon_{xx}}$$

отсюда $\varepsilon_{yy} = -\sigma\varepsilon_{xx}$, следовательно

$$\sigma_{xx} = (\varepsilon_{xx} - 2\sigma\varepsilon_{xx})(3\lambda + 2\mu) = \varepsilon_{xx}(1 - 2\sigma)(3\lambda + 2\mu)$$

$$\frac{\sigma_{xx}}{\varepsilon_{xx}} = E = (1 - 2\sigma)(3\lambda + 2\mu),$$

но $\sigma = \frac{\lambda}{2(\lambda + \mu)}$, тогда

$$E = \left(1 - \frac{2\lambda}{2(\lambda + \mu)}\right) \cdot (3\lambda + 2\mu) = \frac{\mu(3\lambda + 2\mu)}{\lambda + \mu}, \text{ ч. т. д.}$$

В) Подставляя в $\sigma_{ii} = \lambda\Delta + 2\mu\varepsilon_{ii}$ $\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = \sigma_{zz} = -\mathcal{P}$, получите $K = \frac{1}{3}(3\lambda + 2\mu)$. (K

– модуль всестороннего сжатия, $\mathcal{P}$ – гидростатическое давление)

Решение:

$$\sigma_{xx} + \sigma_{yy} + \sigma_{zz} = 3\lambda\Delta + 2\mu(\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy} + \varepsilon_{zz})$$

$$- 3\mathcal{P} = 3\lambda\Delta + 2\mu\Delta.$$

Разделим обе части уравнения на Δ , имеем

$$- 3\mathcal{P} / \Delta = 3\lambda + 2\mu,$$

но K определяется как отношение давления к дилатации

$$K = -\mathcal{P} / \Delta.$$

Тогда $3K = 3\lambda + 2\mu$

$$K = \frac{1}{3}(3\lambda + 2\mu), \text{ ч. т. д.}$$

2. Практическая работа №4 «Построение отражающей границы способом засечек»

Исходными данными для построения разреза в методе отраженных волн служат годографы отраженных волн и сведения о скорости распространения колебаний в покрывающей толще. Способ засечек строго справедлив для однородных сред, но приближенно может использоваться в районах, где развиты мощные толщи терригенных отложений, средняя скорость в которых непрерывно и плавно увеличивается с глубиной. В

1. Построить годографы отраженных волн. Масштаб: в 1 см – 0.020 с (вертикальный) и в 1 см – 100 м (горизонтальный).

2. Пересчитать кривую $\bar{V}(h)$ в кривую $\bar{V}(t_0)$ и построить последнюю в масштабе: в 1 см – 0.040 с (вертикальный) и в 1 см – 100 м/с (горизонтальный). Формула пересчета:

$$t_0 = \frac{2h}{V(h)}.$$

3. По кривой $\bar{V}(t_0)$ и заданным годографам определить значения $\bar{V}$ у пунктов взрыва.

4. Полагая линейное изменение скорости вдоль профиля, найти значение $\bar{V}$ для взаимных точек и средних точек обеих ветвей годографов. Найденные величины скоростей выписать у соответствующих точек над линией профиля.

5. Для названных пяти точек каждого годографа составить та блицу по форме:

ПК взрыва, м	ПК прибора, м	t , с	$\bar{V}$, м/с	$r = \bar{V}t$, м

6. Построить сейсмический разрез в масштабе 1:10000.

Отчетные материалы:

По окончании работы представляются построенные в указанных масштабах на миллиметровой бумаге годографы отраженных волн, сейсмический разрез, кривая $\bar{V}(t_0)$, а также таблица вычисления радиусов-засечек.

5.2 Примеры лабораторных работ

1. Лабораторная работа №1 «Построение поля времен прямой волны и годографа отраженной волны в случае источника, расположенного внутри упругой земной среды»

Исходные данные: Источник сейсмических колебаний расположен под земной поверхностью в точке с координатами $P(0,0,-z)$, где $z = -50$ м. Приемники расположены на линии профиля в точках с координатами x_i и y_i (см. таблицу). Глубина до отражающей границы с радиусом R под точками наблюдения составляет h_i , а скорость распространения прямой и отраженной волны равна V_p .

Содержание работы:

1. Рассчитать поле времен (изохроны) для сейсмических колебаний от источника, расположенного согласно данным ($z = -50$ м), по формуле:

$$t_i = \frac{r_i}{V_p} = \frac{1}{V_p} \sqrt{x_i^2 + y_i^2 + z_i^2}.$$

2. Для построения поля времен необходимо вычислить радиус r' , откладываемый по горизонтали плоскости (земной поверхности) от эпицентра источника колебаний O' :

$$r_i' = \sqrt{r_i^2 + z^2}, \text{ где } r_i = \sqrt{x_i^2 + y_i^2 + z_i^2}.$$

3. Построить изохроны (поле времен) в аксонометрии, зная, что $t(i) = f(x_i, y_i, z_i) = f(r')$.

4. Вычислить годограф сейсмической волны, отраженной от криволинейной вогнутой границы, заданной данными x_i , y_i , h_i и R при определенной скорости V_p по формуле (источник волны находится непосредственно под поверхностью земли):

$$t_i = \frac{1}{V_p} \sqrt{4h_i^2 + \frac{1 + \frac{2h_i}{R}}{1 + \frac{h_i}{R}} x_i^2}.$$

5. Построить график годографа t_i .

6. Выполнить анализ причины образования у годографа “петли” и показать это на схематическом рисунке.
7. Дайте характеристику годографов

5.3 Темы рефератов

По теории метода сейсморазведки:

1. Напряжения и деформации.
2. Уравнения движения упругой среды.
3. Поле времен.
4. Основные законы и принципы геометрической сейсмики.
5. Продольные и поперечные волны.
6. Полезные волны и волны-помехи.
7. Обменные волны.
8. Многократные отражения.
9. Дифрагированные волны.
10. Головные и рефрагированные волны.
11. Роль ЗМС в сейсморазведке.

По методике сейсморазведки:

12. Вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП).
13. Метод ОГТ.
14. Азимутальные наблюдения в сейсморазведке.
15. Невзрывные источники сейсмических волн.
16. Вибросейс.
17. Группирование источников и приемников в сейсморазведке.
18. Акустический каротаж в сейсморазведке.
19. Глубинное сейсмическое зондирование (ГСЗ).
20. Рудная сейсморазведка.
21. Инженерная сейсмика.
22. Морская сейсморазведка.

По обработке и интерпретации данных сейсморазведки:

23. Основные принципы цифровой обработки сейсмических записей.
24. Кинематические и статические поправки в МОГТ.
25. Способы определения $V_{\text{ОГТ}}$, $V_{\text{эф}}$, пластовой и средней скоростей.
26. Частотная фильтрация сейсмических сигналов.
27. Сейсмические сигналы и их спектры.
28. Многоканальная фильтрация.
29. Обратная фильтрация (деконволюция).
30. Дифракционное преобразование сейсмических записей.
31. Современные способы сейсмической миграции.
32. Фокусирование сейсмических волн.
33. Лабораторные приемы выделения полезных волн в сейсморазведке.
34. Синтетические сейсмограммы.
35. Динамические параметры сейсмических волн.
36. Сейсморазведка рифогенных образований.
37. Прямой прогноз нефтегазоносности по сейсмическим данным.
38. Особенности сейсморазведки с целью ПГР.
39. Сейсмостратиграфия.
40. Основные задачи, решаемые с помощью спектрального анализа в сейсморазведке.
41. Основные задачи, решаемые с помощью статистических методов в

сейсморазведке.

42. Развитие методов спектрального анализа (на примере сейсморазведки).
43. Обоснование высокоразрешающих сейсморазведочных систем на базе методов спектрального анализа.
44. Вероятностный прогноз коллекторов по данным сейсморазведки и ГИС.
45. Проблемы оценки надежности структур, подготавливаемых к глубокому бурению сейсморазведкой.
46. Проблемы оценки точности построения структурных карт в сейсморазведке.
47. Спектрально-временной анализ сейсмических данных.
48. Вейвлет-анализ в сейсморазведке.
49. Спектральный анализ нестационарных процессов в сейсморазведке.
50. Обоснование выбора аляйсинг-фильтра при регистрации сейсмических данных.
51. Вертикальная и горизонтальная разрешающая способность сейсморазведки.
52. Спектральные характеристики тонкослоистых разрезов.
53. Применение преобразования Гильберта в сейсморазведке.
54. Проблема обоснования оптимальных управляющих сигналов в вибросейсморазведке.
55. Применение корреляционных функций в сейсморазведке.

5.4 Вопросы к зачету (6 семестр)

1. Сейсморазведка как раздел разведочной геофизики. Зарождение в рамках сейсмологии.
2. Основные этапы развития.
3. Роль отечественных ученых в формировании сейсморазведки.
4. Три этапа развития техники регистрации и три подхода к обработке сейсмических данных.
5. Основы цифровой регистрации сейсмической информации.
6. Место разведочной сейсмики при решении различных геологических и геофизических задач.
7. Сведения из теории упругости.
8. Способы описания процессов, происходящих в упругих телах под действием внешних и внутренних сил.
9. Напряжение.
10. Деформация.
11. Связь напряжений и деформаций; упругая энергия.
12. Закон Гука.
13. Упругие постоянные.
14. Энергия деформации.
15. Продольные, поперечные волны и их источники.
16. Поверхностные волны.
17. Фронт, тыл, профиль и запись волны.
18. Упругие свойства изотропной среды.
19. Скорость распространения упругих волн в горных породах.
20. Интервальная, истинная, средняя и пластовая скорости.
21. Основные принципы геометрической сейсмики.
22. Отражение, преломление и дифракция сейсмических волн.
23. Закон Снеллиуса.
24. Коэффициенты отражения и прохождения.
25. Геометрическое расхождение волны.
26. Коэффициент поглощения и декремент поглощения.
27. Особенности отражения сейсмических волн от незеркальных границ.
28. Образование головной (преломленной) волны.

29. Понятие о распространении сейсмических волн в неабсолютно упругих средах.
30. Упругие волны в однородном полупространстве.
31. Зона малых скоростей (ЗМС) и верхняя часть разреза (ВЧР).
32. Изохронны, лучи, годограф.
33. Кажущаяся скорость.
34. Линейные, встречные, нагоняющие и поверхностные годографы.
35. Взаимные волны, взаимные точки, взаимные времена и принцип взаимности.
36. Полезные волны и волны-помехи.
37. Понятие о сферической волне.
38. Гармонические колебания.
39. Спектральный состав колебаний.
40. Принцип Гюйгенса.
41. Принцип Ферма.
42. Зоны Френеля.
43. Основные модели сейсмических сред.
44. Методы и модификации сейсморазведки.
45. Классификация упругих тел: однородные изотропные, однородные анизотропные, неоднородные изотропные и неоднородные анизотропные.
46. Идеально упругие и реальные тела.
47. Однородные изотропные среды.
48. Основные соотношения теории упругости для однородных сред.
49. Макроскопические свойства реальных геологических сред.
50. Идеально упругие тела как модели реальных сред.
51. Масштабные эффекты при построении модели реальных сред.
52. Волновые уравнения.
53. Решение волнового уравнения в случае плоских волн.
54. Решение волнового уравнения в случае сферических волн.
55. Начальные и краевые условия.
56. Поверхностные волны.
57. Факторы, влияющие на скорость распространения упругих волн в горных породах.
58. Влияние литологии.
59. Влияние плотности.
60. Влияние пористости.
61. Влияние глубины залегания, давления, возраста и температуры горных пород.
62. Влияние порового флюида.
63. Влияние условий залегания горных пород.
64. Понятие о математическом моделировании процесса распространения упругих волн в горных породах.
65. Методы определения скоростей.
66. Модели сред. Сейсмические границы.
67. Интегральные характеристики сейсмических сред.
68. Понятие поля времен.
69. Понятие сейсмического годографа.
70. Уравнения поля времен и лучей.
71. Годографы кратных отраженных волн.
72. Вывод уравнения годографа дифрагированной волны.
73. Годографы головной волны.
74. Годограф головной волны в случае плоской границы и однородной покрывающей среды.
75. Годографы головных (преломленных) волн в случае неплоских границ.
76. Первичное поле сейсмических источников.

77. Волновое поле вторичных волн.
78. Спектральные особенности волнового поля.
79. Волновое поле помех.
80. Форма сейсмического импульса.
81. Математическая модель сейсмограммы.

5.5 Вопросы к экзамену (7 семестр)

1. Взрывное возбуждение волн.
2. Невзрывное возбуждение волн.
3. Теория группирования.
4. Группирование источников.
5. Группирование приемников.
6. Системы наблюдений в МОВ.
7. Системы наблюдений в МПВ.
8. Сети профилирования.
9. Технология наземных работ.
10. Технология работ на акваториях.
11. Технология скважинных исследований.
12. Топографо-геодезическое обоснование.
13. Техника безопасности и охрана окружающей среды.
14. Амплитуда волны. Динамический диапазон.
15. Сейсмоприемник.
16. Сейсморегистрирующие и сейсмовоспроизводящие каналы.
17. Сейсморазведочные усилители, фильтры и регуляторы усиления.
18. Регистрирующие и воспроизводящие устройства.
19. Регистраторы.
20. Дискретизация аналогового сигнала по времени. Частота Найквиста.

Квантование аналоговых сигналов по амплитуде.

21. Мультиплексирование.
22. Регистрация сейсмических колебаний многоканальной цифровой станцией.
23. Сейсмические станции и установки.
24. Приемка полевых материалов.
25. Цели и задачи цифровой обработки сейсмических записей.
26. Виды и графы обработки.
27. Понятие об алгоритмах обработки.
28. Виды цифровой обработки.
29. Препроцессинг.
30. Типовая кинематическая обработка. Последующие стадии обработки.
31. Принципы и виды корреляции сейсмических волн.
32. Распознавание и особенности корреляции отраженных волн.
33. Особенности корреляции преломленных волн.
34. Определение пластовых и средних скоростей.
35. Лабораторные методы определения скорости.
36. Вычисление эффективной скорости.
37. Способ теоретических годографов.
38. Способ постоянной разности.
39. Способ встречных годографов.
40. Определение эффективной скорости по точке пересечения годографов.
41. Определение эффективной скорости с использованием метода наименьших квадратов.
42. Анализ и обобщение результатов вычисления средних и эффективных скоростей.

43. Построение отражающих границ по продольным годографам отраженных волн (способ эллипсов, окружностей и нулевого времени).
44. Построение временных и глубинных сейсмических разрезов МОВ и ОГТ.
45. Составление сейсмических разрезов, структурных карт и схем.
46. Определение граничных скоростей: способ средних арифметических (t_0); способ пластовых скоростей. Построение преломляющих границ.
47. Обработка непродольных годографов.
48. Построение временных динамических разрезов по данным МПВ: способ редуцирования, способ общей глубинной площадки (ОГП МПВ).
49. Интерпретация годографов рефрагированных волн.
50. Проблема выпадающего слоя.
51. Влияние структуры тонкослоистой зоны на форму записи образующихся на ней волн.
52. Прогноз волнового поля на поверхности и во внутренних точках среды, содержащей тонкослоистые пачки.
53. Общая схема решения обратных задач сейсморазведки.
54. Обратная кинематическая задача.
55. Поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений.
56. Типовые экономико-математические модели нефтегазовой сейсморазведки.
57. Поиски и разведка твердых полезных ископаемых.
58. Гидрогеологические и инженерно-геологические изыскания

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
05.03.01 «Геология»
направленность (профиль) «Геофизика»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП		Б1.В.14	
Дисциплина		Сейсморазведка	
Курс	3	семестр	6
Кафедра			
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность		Бекетова Елена Борисовна, канд.техн.наук, доцент кафедры горного дела, наук о Земле и природообустройства	
Общ. трудоемкость _{час/ЗЕТ}		252/7	Кол-во семестров
ЛК _{общ./тек. сем.}		48/16	ПР/СМ _{общ./тек. сем.}
ЛБ _{общ./тек. сем.}		48/32	ЛБ _{общ./тек. сем.}
СРС _{общ./тек. сем.}		16/-	СРС _{общ./тек. сем.}
зачет		140/24	

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

ПК-4. Способен применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач.	ПК-4.1. Выбирает методы, оборудование и установки геофизических исследований. ПК-4.2. Регулирует и настраивает геофизическую аппаратуру и контрольно-измерительные приборы. ПК-4.3. Осуществляет монтаж (и демонтаж) установок для геофизических исследований.
	ПК-5.1. Осуществляет обработку результатов полевых и лабораторных геофизических исследований при решении опытных и производственных задач. ПК-5.2. Применяет различные виды аппаратуры для проведения полевых исследований. ПК-5.3. Выполняет наладку настройку и подготовку к измерениям современных геофизических приборов и информационных систем по эксплуатации в соответствии с инструкциями. ПК-5.4. Выполняет калибровку, поверку, градуировку геофизических средств измерения в различных условиях эксплуатации. ПК-5.5. Проектирует геофизические работы с учетом возможностей современной геофизической аппаратуры. ПК-5.6. Сопоставляет, оценивает и анализирует факторы, влияющие на результат проведения геофизических исследований.

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Вводный блок				
Не предусмотрен				
Основной блок				
ПК-4; ПК-5	Практическая работа	8	40	В течение семестра
ПК-4; ПК-5	Работа на практических занятиях	8	8	В течение семестра
ПК-4; ПК-5	Реферат	2	12	В течение семестра
Всего:			60	
ПК-4; ПК-5	Зачет		1 вопрос - 20 2 вопрос - 20	По расписанию
Всего:			40	
Итого:			100	
Дополнительный блок				
ПК-4; ПК-5	Подготовка опорного конспекта		10	По согласованию с преподавателем
Всего:				

Шкала оценивания в рамках балльно-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
05.03.01 «Геология», направленность (профиль) «Геофизика»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП	Б1.В.14		
Дисциплина	Сейсморазведка		
Курс	4	семестр	7
Кафедра	горного дела, наук о Земле и природообустройства		
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность	Бекетова Елена Борисовна, канд.техн.наук, доцент кафедры горного дела, наук о Земле и природообустройства		
Общ. трудоемкость _{час/ЗЕТ}	252/7	Кол-во семестров	2
Форма контроля	Экзамен		
ЛК _{общ./тек. сем.}	48/32	ПР/СМ _{общ./тек. сем.}	48/16
ЛБ _{общ./тек. сем.}	16/16	СРС _{общ./тек. сем.}	140/116

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

ПК-4. Способен применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач	ПК-4.1. Выбирает методы, оборудование и установки геофизических исследований. ПК-4.2. Регулирует и настраивает геофизическую аппаратуру и контрольно-измерительные приборы. ПК-4.3. Осуществляет монтаж (и демонтаж) установок для геофизических исследований.
ПК-5. Способен к работе на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании	ПК-5.1. Осуществляет обработку результатов полевых и лабораторных геофизических исследований при решении опытных и производственных задач. ПК-5.2. Применяет различные виды аппаратуры для проведения полевых исследований. ПК-5.3. Выполняет наладку настройку и подготовку к измерениям современных геофизических приборов и информационных систем по эксплуатации в соответствии с инструкциями. ПК-5.4. Выполняет калибровку, поверку, градуировку геофизических средств измерения в различных условиях эксплуатации. ПК-5.5. Проектирует геофизические работы с учетом возможностей современной геофизической аппаратуры. ПК-5.6. Сопоставляет, оценивает и анализирует факторы, влияющие на результат проведения геофизических исследований.

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Вводный блок				
Не предусмотрен				
Основной блок				
ПК-4; ПК-5	Практическая работа	4	20	В течение семестра
ПК-4; ПК-5	Работа на практических занятиях	4	4	В течение семестра
ПК-4; ПК-5	Реферат	1	6	В течение семестра
ПК-4; ПК-5	Лабораторная работа	4	20	В течение семестра
ПК-4; ПК-5	Работа на лабораторных занятиях	4	8	Середина декабря
Всего:			60	
ПК-4; ПК-5	Экзамен		1 вопрос - 20 2 вопрос - 20	По расписанию
Всего:			40	
Итого:			100	
Дополнительный блок				
ПК-4; ПК-5	Подготовка опорного конспекта		10	По согласованию с преподавателем
Всего:			10	

Шкала оценивания в рамках балльно-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов.