

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено
Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 25.08.2025 № 25.8

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ по дисциплине

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ РАДИОЭКОЛОГИИ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ / INSTRUMENTAL METHODS IN RADIOECOLOGY AND RADIATION PROTECTION

название дисциплины

для направления подготовки

14.04.02 Ядерные физика и технологии

образовательная программа

Radioecology and Radiation Protection

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Инструментальные методы радиоэкологии и радиационной безопасности / Instrumental methods in radioecology and radiation protection» и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Инструментальные методы радиоэкологии и радиационной безопасности / Instrumental methods in radioecology and radiation protection» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. В результате освоения ОП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-3	Способен оценивать перспективы развития атомной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательской деятельности	З-ПК-3 Знать достижения научно-технического прогресса; У-ПК-3 Уметь применять полученные знания к решению практических задач; В-ПК-3 Владеть методами моделирования физических процессов;
ПК-4	Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач	З-ПК-4 Знать цели и задачи проводимых исследований; основные методы и средства проведения экспериментальных и теоретических исследований; методы и средства математической обработки результатов экспериментальных данных; У-ПК-4 Уметь применять методы проведения экспериментов; использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения; оформлять результаты научно-исследовательских работ; В-ПК-4 Владеть навыками самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследования для решения научных и производственных задач.

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП магистратуры

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см. РПД).

1.3. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 2 семестр			
1.	Раздел 1-2	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Problem solving
2.	Раздел 3	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Problem solving
Промежуточная аттестация, 2 семестр			
	Экзамен	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Test + problem solution
Текущая аттестация, 3 семестр			
1.	Раздел 4	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Problem solving
2.	Раздел 5	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Problem solving
Промежуточная аттестация, 3 семестр			
	Экзамен	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Test + problem solution

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
Высокий <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
Пороговый <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Зачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	высокий	высокий
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	продвинутый	продвинутый
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	пороговый	пороговый
ниже порогового	пороговый	ниже порогового
	ниже порогового	-

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

Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

- контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
- контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Min*	Max
Семестр 2			
Текущая аттестация	1-16	36	60
Контрольная точка № 1	7-8	18	30
Problem solving		18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18	30

Problem solving		18	30
Промежуточная аттестация	-	24	40
Exam	-		
Test	-	18	30
Problem solution	-	6	10
ИТОГО по дисциплине		60	100
Семестр 3			
Текущая аттестация	1-16	36	60
Контрольная точка № 1	7-8	18	30
Problem solving		18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18	30
Problem solving		18	30
Промежуточная аттестация	-	24	40
Exam	-		
Test	-	18	30
Problem solution	-	6	10
ИТОГО по дисциплине		60	100

* Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

Студент считается аттестованным по разделу, зачету или экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Студент может быть аттестован по дисциплине, если он аттестован по каждому разделу, зачету/экзамену и его суммарный балл составляет не менее 60.

4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление	14.04.02 «Ядерные физика и технологии»
Образовательная программа	«Radioecology and Radiation Protection»
Дисциплина	Инструментальные методы радиозекологии и радиационной безопасности / Instrumental methods in radioecology and radiation protection

TEST FOR EXAM

The main theoretical questions on the discipline are presented, which are presented in the form of a test of 30 questions. For example:

1. The various types of energies that are linked to a molecule is/are _____
 - a) Rotation
 - b) Electronic
 - c) Vibration
 - d) All of the above
2. The region of electromagnetic spectrum for nuclear magnetic resonance is _____
 - a) UV-rays
 - b) Microwave
 - c) Infrared
 - d) Radio frequency
3. Which of the following options is true?
 - a) Spectroscopic methods require more time and more amount of sample than classical method
 - b) Spectroscopic methods require more time and less amount of sample than classical methods
 - c) Spectroscopic methods require less time and more amount of sample than classical methods
 - d) Spectroscopic methods require less time and less amount of sample than classical methods

Criteria for assessing competencies (results):

- fluency in theoretical material on the discipline;
- correct use of special terminology.

Description of the rating scale:

- The score "passed (exam)" (18-30 points) is given if 18-30 test questions are answered correctly.
- The score "not passed (no exam)" (less than 18 points) is given if 1-17 test questions are answered correctly.

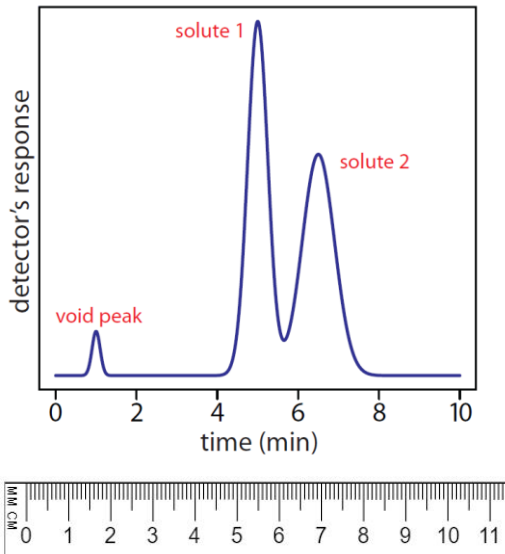
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
 филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
 «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление	14.04.02 «Ядерные физика и технологии»
Образовательная программа	«Radioecology and Radiation Protection»
Дисциплина	Инструментальные методы радиозкологии и радиационной безопасности / Instrumental methods in radioecology and radiation protection

PROBLEMS FOR EXAM

On exam, a student shall solve one of thirty problems. For example:

№1	Figure is the chromatogram for a two-component mixture. Determine the retention factor for each solute assuming the sample was injected at time $t = 0$. Calculate the number of theoretical plates and the average height of a theoretical plate. The column is 0.5 m long. Use a ruler to measure required parameters in millimeters.																																																	
№2	By potentiometric titration of a sodium hydroxide solution (10 ml) with hydrochloric acid (HCl) with a concentration of 0.1 mol / L, the following results were obtained (Table). According to the data presented in Table 4.1, construct the integral titration curves, write down the chemical reaction taking place during the titration and calculate the concentration of sodium hydroxide (NaOH). <table><tr><td>V (HCl), ml</td><td>0</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td><td>0,9</td><td></td></tr><tr><td>pH</td><td>10,7</td><td>10,7</td><td>10,6</td><td>10,5</td><td>10,4</td><td>10,3</td><td>10,2</td><td>10,1</td><td>10</td><td>9,9</td><td></td></tr><tr><td>V (HCl), ml</td><td>1</td><td>1,1</td><td>1,2</td><td>1,3</td><td>1,4</td><td>1,5</td><td>1,6</td><td>1,7</td><td>1,8</td><td>1,9</td><td>2</td></tr><tr><td>pH</td><td>9,8</td><td>9,6</td><td>9,3</td><td>8,6</td><td>4,6</td><td>4</td><td>3,7</td><td>3,6</td><td>3,4</td><td>3,4</td><td>3,3</td></tr></table>		V (HCl), ml	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9		pH	10,7	10,7	10,6	10,5	10,4	10,3	10,2	10,1	10	9,9		V (HCl), ml	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	pH	9,8	9,6	9,3	8,6	4,6	4	3,7	3,6	3,4	3,4	3,3
V (HCl), ml	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9																																								
pH	10,7	10,7	10,6	10,5	10,4	10,3	10,2	10,1	10	9,9																																								
V (HCl), ml	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2																																							
pH	9,8	9,6	9,3	8,6	4,6	4	3,7	3,6	3,4	3,4	3,3																																							

№3	Calibration solutions of chloride ions were measured on the Anion-4100 potentiometer. The measurement results are presented in table. Perform statistical processing of the results (find only mean value). Draw a calibration curve. Using the calibration curve, determine the concentration of chloride ions in the control sample, the potential of which is 0.364 mV.	C,mg/l	E ₁ , mV	E ₂ , mV	E ₃ , mV	E ₄ , mV	E ₅ , mV
		340	0,46	0,462	0,456	0,46	0,453
		175,74	0,245	0,247	0,239	0,246	0,211
		87,87	0,13	0,209	0,183	0,086	0,172
		43,94	0,122	0,129	0,117	0,092	0,101
		21,97	0,079	0,116	0,1	0,092	0,098
		10,98	0,079	0,083	0,093	0,088	0,086

Criteria for assessing competencies (results):

- fluency in theoretical material on the discipline;
- correct use of special terminology.

Description of the rating scale:

- The score "passed (exam)" (6-10 points) is given if problem is solved correctly.
- The score “not passed (no exam)” (less than 6 points) is given if problem is solved incorrectly.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
 филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
 «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление	14.04.02 «Ядерные физика и технологии»
Образовательная программа	«Radioecology and Radiation Protection»
Дисциплина	Инструментальные методы радиозкологии и радиационной безопасности / Instrumental methods in radioecology and radiation protection

CHECKPOINT №1

When the first checkpoint is completed, each student solves 6 problems. For example:

№1	In a chromatographic analysis of lemon oil a peak for limonene has a retention time of 8.36 min with a baseline width of 0.96 min. γ -Terpinene elutes at 9.54 min with a baseline width of 0.64 min. What is the resolution between the two peaks?	
№2	Given: $D_1 = 1.4$ cm $D_2 = 1.5$ cm $D_3 = 3.1$ cm $D_4 = 3.6$ cm Distance travelled by solvent = 5 cm. 1. What is the R_f value for component 2? 2. What is the R_f value for component 3? 3. What is the relative retention value for components 1 and 4, with 4 being compound x? 4. Using the answers from questions 1 and 2 and assuming that components 2 and 3 are different compounds, which component would be considered more polar? Explain.	

Criteria for assessing competencies (results):

- fluency in theoretical material on the discipline;
- correct use of special terminology;
- knowledge of SI units;
- each problem is worth 5 points.

Description of the rating scale:

- The score "passed" (18-30 points) is given if problems are solved correctly.
- The score “not passed” (less than 18 points) is given if problems are solved incorrectly.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
 филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
 «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление	14.04.02 «Ядерные физика и технологии»
Образовательная программа	«Radioecology and Radiation Protection»
Дисциплина	Инструментальные методы радиозкологии и радиационной безопасности / Instrumental methods in radioecology and radiation protection

CHECKPOINT №2

When the first checkpoint is completed, each student solves 6 problems. For example:

№1	Calculate the concentration (mol/l) of MnO_4^- and $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ at their co-presence in solution according to the following data of spectrophotometric measurements (Table).	Ion	λ, nm	A_{mix}	$\varepsilon (\text{MnO}_4^-)$	$\varepsilon (\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$
		MnO_4^-	550	0,71	2100	0
		$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	430	0,42	500	220

№2	A portion of 1.5432 g of the sample was dissolved in a volumetric flask (flask volume 200.0 ml). Then a 5.0 ml aliquot was taken and titrated with 0.05 N EDTA solution at a certain wavelength. Build a titration curve (data are presented in the table) and determine the mass fraction of Zn in the sample (%).							
	V(EDTA), ml	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1
	A	0.70	0.70	0.72	0.98	1.23	1.25	1.25

Criteria for assessing competencies (results):

- fluency in theoretical material on the discipline;
- correct use of special terminology;
- knowledge of SI units;
- each problem is worth 5 points.

Description of the rating scale:

- The score "passed" (18-30 points) is given if problems are solved correctly.
- The score “not passed” (less than 18 points) is given if problems are solved incorrectly.