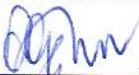


**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова
Российской академии наук**

ПРИНЯТО



Ученым советом ИСПМ РАН
Протокол № 12 от 18 июня .2015 г.
Председатель Ученого совета
член-корр. РАН  А.Н. Озерин

Рабочая программа дисциплины

**Методы исследования полимеров и полимерных композиционных
материалов**

- по направлению подготовки - 04.06.01 Химические науки (уровень подго-
товки кадров высшей квалификации)

Специальность 02.00.06 - Высокомолекулярные соединения

Москва

2015 год

Рабочая программа дисциплины «Методы исследования полимеров и полимерных композиционных материалов» по специальности 02 00 06 «Высокомолекулярные соединения» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утверждённого Приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. N 869 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)».

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели дисциплины Формирование знаний и умений в области физико-химических методов исследования полимерных смесей и композитов; освоение методики установления структуры и состава полимерных смесей и композитов; изучение современных инструментальных методов анализа.

Задачи дисциплины - Подготовить квалифицированных специалистов в области физики и физикохимии полимеров, способных к самостоятельной и продуктивной научной деятельности. Привить им навыки современного эксперимента и теоретического анализа экспериментальных данных. Ознакомить с современными физико-химическими методами исследования полимеров и полимерных материалов, их физическими основами, возможностями, ограничениями применения и интерпретацией результатов. Привить навыки использования научной литературы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина относится к группе специальных дисциплин отрасли науки и научной специальности Основной профессиональной образовательной программы (ОПОП ВО) (в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС)).

Настоящая дисциплина «**Методы исследования полимеров и полимерных композиционных материалов**» – модуль вариативной части основной профессиональной образовательной программы высшего образования

(ОПОП ВО) по специальности 02.00.06 – «Высокомолекулярные соединения».

Обучающийся по данной дисциплине должен иметь высшее образование и базовые знания в области науки о полимерах. Они должны включать представления о структуре, методах синтеза, физических и физико-химических свойствах полимеров. Необходимы также практические навыки в области аналитической, органической и физической химии, в области физики и механики полимеров.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В курсе дается понимание базовых принципов физических и физико-химических методов исследования полимеров и многокомпонентных полимерных систем: рентгеноструктурного анализа, светорассеяния, ультрацентрифугирования, гель-хроматографии, вискозиметрии, денсиметрии, твердотельной и жидкостной сканирующей калориметрии, реакционной изотермической калориметрии, атомно-силовой микроскопии, термомеханического анализа и термического анализа; практические навыки использования указанных методов для исследования полимеров и многокомпонентных полимерных систем.

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций, в результате приобретения которых аспирант должен обладать:

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовностью организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук (ОПК-2);
- способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.06 - Высокомолекулярные соединения (ПК-1);

- способностью организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты, обобщать в виде научных статей для ведущих профильных журналов (ПК-7);
- готовностью к созданию новых экспериментальных установок для проведения лабораторных практикумов, к разработке учебно-методической документации для проведения учебного процесса (ПК-8);
- способностью к использованию современных физико-химических методов установления строения вещества (ПК-10).

В результате освоения дисциплины аспиранты будут:

знать: способы анализа имеющейся информации; методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы с использованием современных компьютерных технологий; сущность информационных технологий; принципы организации работы исследовательского коллектива в области химии и смежных наук; основные классы высокомолекулярных соединений, способы их синтеза и модификации; основы знаний о строении и физико-химических свойствах высокомолекулярных соединений, а также типовые методы анализа и контроля условий химических реакций, основное оборудование и приборы для синтеза и анализа полимеров; основные первичные источники (научные периодические издания) и информационные системы и базы данных; источники информации о теоретических основах химии и физики высокомолекулярных соединений, биополимерах, полимерных смесей, полимерных композитов и нанокompозитах, о методах их получения и исследования, о принципах создания новых функциональных полимерных материалов; агрегатные, фазовые и физические состояния аморфных, кристаллических и сетчатых полимеров; природу прочности полимеров, обусловленную химическими связями, когезионным взаимодействием и типом химической и физической структуры полимеров; специфику деформационных и прочностных свойств полимеров в каждом из физических состояний, особенности растворов и расплавов полимеров; основные закономерности изменения физических свойств полимеров и полимерных систем в зависимости от их структуры и состава; методические подходы, их преимущества и ограничения к созданию новых полимерных материалов и полимерных композитов, теоретические основы и методы их диагностики; новые технические и научные достижения в области химии и физики полимеров и полимерных систем; новые методы исследования структуры и свойств полимерных материалов; физико-химические методы исследования структуры и свойств мономеров и

полимеров, выявлять особенности и области применения получаемых соединений; нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования; способы представления и методы передачи информации для различных контингентов слушателей; последние достижения в области инструментальной техники изучения структуры и свойств полимерных материалов; базовые физические и химические принципы, заложенные в основу различных методов исследования строения вещества; возможности и границы применимости различных физико-химических методов исследования строения вещества.

уметь: ставить задачу и выполнять научные исследования при решении конкретных задач по химии и физике высокомолекулярных соединений, биополимеров, смесей полимеров и полимерных композитов и нанокompозитов с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств; применять теоретические знания по методам сбора, хранения, обработки и передачи информации с использованием современных компьютерных технологий; организовать работу исследовательского коллектива в области химии и физики высокомолекулярных соединений и смежных наук; обобщать и критически оценивать результаты, полученные отечественными и зарубежными исследователями, выявлять перспективные направления, составлять программу исследований; обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость избранной темы научного исследования; проводить самостоятельные исследования в соответствии с разработанной программой; самостоятельно решать сложные теоретические и прикладные задачи в области высокомолекулярных соединений; практически использовать современные приборы и методики, проводить и организовывать эксперименты и испытания, осуществлять обработку и анализ результатов; организовать научно-исследовательскую работу в области изучения и изменения свойств полимеров, разрабатывать планы НИР, задания для исполнителей; проводить обработку и анализ результатов, обобщать их в виде научных статей в ведущих профильных журналах; находить необходимую информацию из доступных источников; анализировать и систематизировать полученную информацию; анализировать результаты экспериментальных исследований в области физики полимеров; применять методы планирования экспериментов и обработки их результатов; реализовывать знания в области химии и физики полимеров и композитов и методов их исследований; использовать оригинальные методики

исследования и обобщать полученные результаты; использовать полученные знания для решения задач профессиональной деятельности; систематизировать и обобщать как уже имеющуюся в литературе, так и самостоятельно полученную в ходе исследований информацию; осуществлять отбор материала, характеризующего достижения науки с учетом специфики направления подготовки; проявлять инициативу и самостоятельность в разнообразной деятельности; использовать оптимальные методы преподавания.

владеть: методами самостоятельного анализа имеющейся информации; практическими навыками и знаниями использования современных компьютерных технологий в научных исследованиях; современными компьютерными технологиями для сбора и анализа научной информации; навыками организации работы исследовательского коллектива в области высокомолекулярных соединений; навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии; навыками литературной и деловой письменной и устной речи, навыками научной речи; методологией исследований высокомолекулярных полимеров и иметь способность к разработке новых методов и методик и их применению в научно-исследовательской деятельности; практическими навыками использования современных приборов и методик исследования высокомолекулярных соединений, проведения и организации экспериментов и испытаний, обработки и анализа результатов; методами работы с основными базами данных химической информации и оборудованием по теме исследования; специфическими компьютерными информационными технологиями по получению и анализу химической информации; умениями и навыками исследования структуры и функционально важных свойств высокомолекулярных соединений и полимерных композитов; оригинальными методами исследования структуры и свойств полимерных материалов; умением обработать полученную информацию в виде публикаций в научных журналах; методикой критического анализа данных информационных ресурсов и их соотнесения с получаемыми экспериментальными данными; навыками создания экспериментальных установок для определения основных характеристик исследуемых систем; методами и технологиями межличностной коммуникации; навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии.

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа), в том числе 44 часа – лекции, 70 часов - аудиторных занятий и 30 часов самостоятельной работы.

4.1. Структура дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итого- вого контроля	
		Всего	Всего аудиторных	Из аудиторных					Самостоятельная работа
				Лекции	Лаб.	Пр.	КСР		
1	Методы исследования полимеров и полимерных композиционных материалов	144	114	44	70			30	зачет

4.2 Содержание дисциплины

4.2.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Разделы дисциплины	Виды учебной работы и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа
		Лекции	Лаб.	Пр.	КСР	
1	Методы определения молекулярной массы и молекулярно-массового распределения	6	10			5
2	Методы установления химического строения вещества	8	12			5
3	Методы исследования структуры полимеров и полимерных композиционных материалов	8	12			5
4	Методы исследования тепловых характеристик полимеров	6	12			5
5	Методы исследования механических и релаксационных характеристик	8	12			5
6	Методы исследования фазовых состояний полимерных систем	8	12			5

4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1	Методы определения молекулярной массы и молекулярно-массового распределения	Конфигурация и конформация макромолекул. Основные модели полимерных цепей: свободно-сочлененная цепь, цепь с фиксированными углами. Характеристики размеров и формы полимерных цепей. Внутреннее вращение и поворотная изомерия. Полимеры с хиральными центрами. Конформация макромолекул и конформационная энергия. Стереорегулярность и микроструктура цепных молекул. Гибкость полимерных цепей и ее характеристики. Термодинамическая и кинетическая гибкость макромолекул. Ближние и дальние взаимодействия. Размеры и формы реальных цепных молекул и их экспериментальное определение. Понятие о статис	Лекции, семинары
2	Методы установления химического строения вещества	Термодинамика растворов полимеров. Взаимодействия в растворах полимеров. Теория Флори-Хаггинса. θ -температура. Объемные эффекты. Светорассеяние в растворах полимеров. Гидродинамические свойства макромолекул в растворе. Диффузия и седиментация макромолекул в растворе. Методы фракционирования полимеров. Растворы полиэлектролитов. Концентрированные растворы полимеров. Фазовые диаграммы полимер-растворитель Полимеры как матрицы для твердых электролитов. Иономеры.	Лекции, семинары
3	Методы исследования структуры полимеров и полимерных композиционных материалов	Структура и свойства полимерных стекол. Современные представления об аморфном состоянии и структуре стеклообразных полимеров. Стеклование полимеров и методы его определения. Теории стеклования. Явление вынужденной эластичности. Природа больших деформаций и деформаций в области криогенных темпера-	Лекции, семинары

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
		<p>Долговечность. Понятие о теоретической прочности полимеров. Кинетическая теория разрушения. Особенности разрушения твердых полимеров и эластомеров. Механизм пластического и хрупкого разрушения. Образование микротрещин. Распространение трещин. Статическая и динамическая усталость.</p>	<p>Лекции, семинары</p>
5	<p>Методы исследования механических и релаксационных характеристик</p>	<p>Оптические свойства полимеров: коэффициент светопропускания, спектральный коэффициент пропускания, светостойкость, светорассеяние, показатель преломления и оптический коэффициент напряжения и оптическая нетермостойкость. Факторы, определяющие уровень этих показателей. Старение оптических полимеров.</p> <p>Электрические свойства полимеров-диэлектриков и полимеров-проводников. Диэлектрическая поляризация и дипольные моменты полимеров. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери, электрическая прочность полимеров и ПКМ. Электризация полимеров и электрический пробой.</p> <p>Допирование полисопряженных полимеров: синтетические металлы и методы их получения. Электрические и оптические свойства полисопряженных полимеров. Перспективы использования полисопряженных полимеров для создания полимерной электроники, включающей высокопроводящие, полевые, электролюминесцентные, нелинейно-оптические элементы и устройства.</p> <p>Магнетосопротивление полимеров и ПКМ. ПКМ с высокими и низкими значениями комплексной диэлектрической и магнитной проницаемостей, связь между составом и структурой,</p>	<p>Лекции, семинары</p> <p>Лекции, семинары</p> <p>Лекции, семинары</p> <p>Лекции, семинары</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
		<p>методы определения.</p> <p>Линейные и нелинейные эффекты в полимерах и полимерных композитах. Сенсоры на основе полимеров и ПКМ.</p>	Лекции, семинары
6	Методы исследования фазовых состояний полимерных систем	<p>Плотность полимеров. Особенности теплового расширения полимеров. Теплоемкость. Теплопроводность и температуропроводность полимеров. Модели транспортных процессов. Влияние основных параметров полимеров и других ингредиентов композиционных материалов на теплофизические свойства.</p> <p>Газопроницаемость полимеров. Диффузия в полимерах. Сорбция газов и паров. Ионный обмен. Селективная проницаемость полимерных материалов, методы определения.</p>	<p>Лекции, семинары</p> <p>Лекции, семинары</p>

5. Образовательные технологии

1. Активные образовательные технологии: лекции, семинары.
2. Сопровождение лекций визуальным материалом в виде слайдов, подготовленных с использованием современных компьютерных технологий (программный пакет презентаций Microsoft Office Power Point 7), проецируемых на экран с помощью видеопроектора; широкое использование компьютерных моделей макромолекул.

3. Участие в выполнении научно-исследовательских проектов.
4. Использование специального программного обеспечения и интернет-ресурсов для обучения в ходе практических и самостоятельных работ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Виды самостоятельной работы:

- в домашних условиях, в читальном зале библиотеки, на компьютерах с доступом к базам данных и ресурсам Интернет, в лабораториях с доступом к лабораторному оборудованию и приборам;
- самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, учебное и научное программное обеспечение, ресурсы Интернет.

Форма контроля знаний – зачет в конце курса, включающий теоретические вопросы.

Контрольные вопросы к зачету:

1. Полидисперсность полимеров и способы выражения молекулярной массы и полидисперсности.
2. Способы определения среднечисловой и средневязкостной молекулярной массы.
3. Способы определения средневесовой молекулярной массы и молекулярно-массового распределения.
4. Сравнительный анализ методов определения химического строения полимеров. Решаемые задачи.
5. Масс-спектрометрия МАЛДИ. Физические основы метода. Возможности и ограничения. Используемые матрицы. Интерпретация результатов.
6. УФ-спектроскопия. Физические основы метода. Применение для количественного анализа. Ограничения.

7. ИК и КР спектроскопия. Физические основы методов. Возможности и ограничения. Современные варианты реализации. Спектроскопия в режиме нарушенного полного внутреннего отражения. Применение ИК-спектроскопии для количественного анализа. Интерпретация результатов.
8. Спектроскопия ЯМР. Твердотельный режим. Физические основы метода. Возможности и ограничения. Интерпретация результатов.
9. Сравнительный анализ методов исследования структуры полимеров и полимерных материалов. Решаемые задачи.
10. Атомно-силовая микроскопия. Возможности и ограничения. Получаемая информация.
11. Рентгеноструктурный анализ. Дифракция рентгеновских лучей. Основные соотношения. Варианты реализации метода. Используемые аноды.
12. Рентгеноструктурный анализ. Дифракция в больших и малых углах. Определение степени кристалличности. Возможности и ограничения метода. Интерпретация результатов.
13. Оптическая микроскопия в неполяризованном и поляризованном свете.
Типичные картины аморфной, кристаллической и жидкокристаллической фаз.
14. Электронная микроскопия - сканирующая и просвечивающая. Разрешение. Подготовка образцов. Возможности и ограничения метода. Воздействие электронного пучка на образец. Критика метода. Дополнительные возможности метода.
15. Применение позитронной аннигиляционной спектроскопии для определения свободного объема в полимерах. Физические основы метода. Возможности и ограничения. Интерпретация результатов.
16. Методы определения теплостойкости. Теплостойкость по Вика, по Мартенсу.
17. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Физические основы метода. Возможности и ограничения. Интерпретация результатов. Определение температуры стеклования. Сравнение значений температуры стеклования, определяемой по ДСК и иными методами. Определение степени кристалличности. Модулированный ДСК, его возможности.
18. Термогравиметрия. Реализация метода. Возможности и ограничения. Определение температуры деструкции.

19. Динамический механический анализ. Варианты реализации. Основные соотношения. Определение температуры стеклования. Амплитуда и частота колебаний.
20. Испытания при растяжении. Основные стандарты. Образцы. Влияние скорости нагружения. Основные соотношения. Расчет истинных напряжений. Понятие прочности. Модуль Юнга, удлинение при разрыве.
21. Испытания при сжатии и трехточечном изгибе. Основные стандарты. Реализация. Требования к образцам.
22. Ударные испытания по Шарли и Изоду. Оборудование. Стандарты. Требования к образцу.
23. Понятие о фазовых диаграммах. Типичные фазовые диаграммы бинарных систем полимер-растворитель, полимер-полимер. Тройные фазовые диаграммы, их чтение.
24. Методы исследования фазовых состояний полимерных систем. Возможности и ограничения. Анализ данных.

Критерий выполнения задания - подтверждение ответами на контрольные вопросы знания теоретических основ курса.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

Я. Рабек. Экспериментальные методы в химии полимеров. В 2 частях.

Москва, Мир, 1983.

Дехант И., Данц Р., Киммер В., Шмольке Р. Инфракрасная спектроскопия полимеров. Москва. Химия, 1976.

Пентин Ю.А., Вилков Л.В. Физические методы исследования в химии.

Москва, Мир, 2006.

Чалых А.Е., Герасимов В.К., Михайлов Ю.М., Диаграммы фазового состояния полимерных систем, Москва, Янус-К, 1998

б) Дополнительная литература:

1. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М.: Научный мир, 2007.

Указанная литература имеется в библиотеке ИСПМ РАН или может быть заказана по Межбиблиотечному абонементу.

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

доступ каждого аспиранта к фондам филиала Библиотеки естественных наук РАН: <http://www.ineos.ac.ru/dep-others/ns-library>.

В настоящее время ИСПМ РАН располагает следующими полнотекстовыми электронными информационными ресурсами: Wiley, Elsevier, а также доступом к базам данных по химии: Reaxys и SciFinder и интернет-ресурсам:

- Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федерального портала Российское образование <http://www.window.edu.ru>;
- Национальный WWW-сервер по химии www.chem.msu.ru;
- База данных Американского института научной информации ISI Web of Knowledge <http://apps.isiknowledge.com>;
- Новая электронная библиотека <http://www.newlibrary.ru>;
- База данных по дендримерам <http://www.iq-coaching.ru/vysokie-tehnologii/nanotehnologii/544.html>;
- Научная электронная библиотека eLibrary.ru <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Институт располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренных учебным планом, а также эффективное выполнение диссертационной работы.

Аудитории для проведения лекций, оснащены оборудованием для демонстрации слайдов компьютерных презентаций.

Компьютеры Института объединены в локальную сеть с выходом в Интернет и с возможностью доступа к международным и российским научным базам данных и электронным библиотекам с основными международными научными журналами.

Инструментальная база Института включает:

- Рентгеновский дифрактометр D8 Advance для исследования поликристаллов с базой данных PDF (Bruker Analytical X-Ray Systems GmbH, Germany), Германия. 2012 г.;
- Рентгеновский дифрактометр NANOSTAR для измерений в больших и малых углах дифракции (Bruker Analytical X-Ray Systems GmbH, Germany), Германия. 2008 г.;
- ЯМР спектрометр Bruker 300 MHz с универсальным датчиком, 2008 г.;

- Сканирующий микроскоп JSM-5300LV фирмы JEOL 1993 г. Япония, в комплекте с приставкой Link ISIS (1997 г., Oxford, Англия) для рентгеновского микроанализа;
- Установки (lab-scale) по переработке полимерных материалов. 2000. США, "DACA Instruments": а). Вытяжная линия (Spinline), б). Литьевая машина (Microinjector), в) Микросмеситель (Microcomprunder);
- Установка по изучению горючести «Воспламеняемость». ГОСТ 3042-96 (ISQ 5657). 2004 г. РФ, ФГУ ВНИИПО МЧС;
- ИК Фурье спектрометр Perkin Elmer 1710;
- ИК-Фурье спектрометр Equinox 55/S. 1998. Германия;
- ИК-Фурье спектрометр Nicolet 6700, 2012 г.;
- Лазерный анализатор размера частиц Zetatrac, 2012 г.;
- Тестер для трибологических измерений, Польша, 2010 г.;
- Прибор для синхронных термоизмерений STA 449;
- Термомеханический анализатор TMA 402 F3;
- Измерительный переносной прибор для измерения шероховатости, волнистости поверхности MARSURF;
- Дифференциально-сканирующие калориметры ДСК-500 (г. Самара);
- "Кислородный индекс". ГОСТ 12.1.044-89. 1987 г. РФ, ИСПМ РАН;
- Дериватограф С 1985 г. Венгрия;
- Машина универсальная для механических испытаний полимерных материалов AGS-10 "Autograf" с термокамерой. 1998. Германия, "Shimadzu";
- Металлографический микроскоп НЕОФОТ, Германия;
- Серия панорамных измерителей КСВН, оснащенных резонаторами и рупорными антеннами;
- Мосты переменного тока ВМ-432, В-602, ВМ-507, ВМ-508, ВМ-484, ВМ-444, цифровой LCR-метр АМ-3001, Fluke РМ 6306 и др.;
- Источники питания, цифровые измерители тока и напряжения, тераомметры, термостаты для температурного интервала -150 - +250°С;
- Измерение динамических механических свойств полимеров. 1990г. РФ, ИСПМ РАН;
- Измерение диэлектрических характеристик полимеров;
- Установка для измерения сопротивления постоянному току образцов твердых веществ четырехзондовым методом;
- Установка для регистрации РТЛ полимеров после модернизации.
- Дифференциально-сканирующие калориметры ДСК -500 (г. Самара);
- Установка вибрационного просева СИИТ-2, позволяю-

щая сепарировать частицы по размерам в пределах от 50 мкм до 1 мм; Установка для определения показателя текучести (вязкости) расплава полимера ИИРТ-2; Оптический микроскоп YENAVAL, Карл Цейсс, Германия.

Автор

заведующий лабораторией
д.х.н., проф.
вед. научн. сотр., к.х.н.



А.А. Кузнецов
А.В. Агина

Программа принята на заседании Ученого совета ИСПМ РАН
протокол № 12 от 18 июня. 2015 г.

Председатель Ученого совета
член-корр. РАН



А. Н. Озерин