



Федеральное агентство научных организаций (ФАНО России)  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова  
Дальневосточного отделения Российской академии наук  
(ТИБОХ ДВО РАН)

690022, г. Владивосток, проспект 100 лет Владивостоку, 159.  
Тел.: (423) 231-14-30, Факс.: (423) 231-40-50, эл. почта: office@piboc.dvo.ru, www.piboc.dvo.ru  
ОКПО 02698170, ОГРН 1022502129540, ИНН 2539001223, КПП 253901001

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОП Биоорганическая химия

академик Александр Стоник В.А.  
подпись Ф.И.О.

«15» февраля 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор

к.б.н. Александр Д.Л.  
подпись

«15» февраля



**ПРОГРАММА  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
**по направлению подготовки**

**04.06.01 Химические науки**

шифр и название направления

**Биоорганическая химия**

название профиля

Владивосток

2018

## Пояснительная записка

В соответствии с ФГОС, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.06.2014 № 870, область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу аспирантуры по направлению подготовки **04.06.01 Химические науки** профиль «**Биоорганическая химия**», включает решение проблем, требующих применения фундаментальных и прикладных знаний в сфере Химических наук.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу аспирантуры, являются:

- химические процессы, происходящие в природе;
- химические процессы, проводимые в лабораторных условиях;
- выявление общих закономерностей протекания химических процессов в различных условиях;
- возможность управления различными химическими процессами;
- образование и просвещение населения.

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу аспирантуры:

- научно-исследовательская деятельность в области Химических наук;
- преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования.

Программа аспирантуры направлена на освоение всех видов профессиональной деятельности, к которым готовится выпускник.

В результате освоения программы аспирантуры у выпускника должны быть сформированы:

- универсальные компетенции, не зависящие от конкретного направления подготовки;
- обще-профессиональные компетенции, определяемые направлением подготовки;
- профессиональные компетенции, определяемые направленностью

(профилем) программы аспирантуры в рамках направления подготовки (далее - направленность программы).

Выпускник, освоивший программу аспирантуры **04.06.01 Химические науки** профиль «**Биоорганическая химия**», должен обладать следующими **компетенциями:**

Код компетенции содержание компетенции	Вид государственного испытания, в ходе которого проверяется сформированность компетенции	
	Государственный экзамен	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области химических наук с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)	+	+
готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук (ОПК-2)	+	+
способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по специальности биоорганическая химия (ПК-1)	+	+
Способность к профессиональной эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов (ПК-2)	+	+
Способность профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций и презентаций (ПК-3)	+	+

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)		Критерии оценивания результатов обучения			
			«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
ОПК-1	знает	<b>Знает:</b> современные способы использования информации информационно-коммуникационных технологий в области биологической химии	Фрагментарные представления о современных способах использования информации информационно-коммуникационных технологий в области биологической химии	В целом успешные, но не систематические представления о современных способах использования информации информационно-коммуникационных технологий в области биологической химии	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных способах использования информации информационно-коммуникационных технологий в области биологической химии	Сформированные представления о современных способах использования информации информационно-коммуникационных технологий в области биологической химии
	умеет	<b>Умеет:</b> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	Фрагментарное умение выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	В целом успешное, но не систематическое использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	Сформированное умение выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи

	владеет	<b>Владеет</b> навыками поиска (в том числе с использованием информации систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований	Фрагментарное применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	В целом успешное, но не систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	Успешное и систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации
	владеет	<b>Владеет:</b> навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	Фрагментарное применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	Успешное и систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов
	владеет	<b>Владеет:</b> навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	Фрагментарное применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной	В целом успешное, но не систематическое применение навыков представления и продвижения	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков представления и	Успешное и систематическое применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной

		ти	деятельност и	результато в интеллекту альной деятельнос ти	продвижен ия результато в интеллекту альной деятельнос ти	льной деятельност и
ОПК-2	знает	<b>Знает:</b> основные принципы организаци и работы в коллективе и способы разрешени я конфликтн ых ситуаций	Фрагментар ные представлен ия об основных принципах организации работы в коллективе, отсутствие представлен ий о способах разрешения конфликтны х ситуаций	Неполные представле ния об основных принципах организаци и работы в коллективе , общие представле ния о способах разрешени я конфликтн ых ситуаций	Сформиров анные, но содержащи е отдельные пробелы представле ния об основных принципах организаци и работы в коллективе , конкретны е представле ния о способах разрешени я конфликтн ых ситуаций	Сформирова нные систематиче ские представлен ия об основных принципах организации работы в коллективе и способах разрешения типичных неконструкт ивных предконфли ктных и конфликтны х ситуаций
	умеет	<b>Умеет:</b> планироват ь научную работу, формирова ть состав рабочей группы и оптимизир овать распреде ление обязанност ей между членами исследоват ельского коллектива	Фрагментар ное использован ие разделения научной работы на составные части, отсутствие умения оптимизиров ать распределен ие обязанносте й между членами команды	В целом успешное, но не систематич еское использова ние умения планироват ь научную работу и формирова ть команду с адекватны м распреде лением обязанност ей между членами	Сформиров анное умение составлени я плана научной работы, схем взаимодейс твия при решении исследоват ельских и практическ их задач с оценкой их сильных и слабых сторон, но наличие	Сформирова нное умение составления плана научной работы с выделением параллельно и последовате льно выполняемы х стадий с оптимальны м распределен ием обязанносте й между членами

				коллектива	определенных затруднений с формированием команды	коллектива
	владеет	<b>Владеет:</b> организаторскими способностями, навыками планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива	Слабо выраженные организаторские способности, преимущественно подчиненное положение в команде, наличие исполнительских навыков	Слабо выраженные организаторские способности, наличие внутренних стимулов к организации работы в исследовательском коллективе	Выраженные организаторские способности, но отсутствие достаточных практических навыков планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива	Явно выраженные лидерские качества и организаторские способности, наличие опыта планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива
ПК-1	Знает	<b>Знает:</b> современное состояние науки в области биорганической химии	Фрагментарные представления о современном состоянии науки в области биорганической химии	Неполные представления о современном состоянии науки в области биорганической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современном состоянии науки в области биорганической химии	Сформированные систематические представления о современном состоянии науки в области биорганической химии
	умеет	<b>Умеет:</b> определять цель и задачи исследования, планировать и осуществлять	Отсутствие соответствия целей и задач содержанию экспериментального исследования	Недостаточно полное соответствие целей и задач содержанию экспериментального	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы в умении определять	Сформированное умение определять цель и задачи исследования, планировать и

		ть экспериментальное исследование		исследования	цель и задачи исследования, планировать и осуществлять экспериментальное исследование	осуществлять экспериментальное исследование
	владеет	<b>Владеет:</b> методами планирования, подготовки, проведения НИР по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия Шифр В (ПК-1)-1	Фрагментарное применение методов планирования, подготовки и проведения НИР по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия	В целом успешное, но не систематическое применение методов планирования, подготовки, проведения НИР по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение методов планирования, подготовки, проведения НИР по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия	Успешное и систематическое применение методов планирования, подготовки и проведения НИР по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия
	владеет	<b>Владеет:</b> методами анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (научной специальности) 02.00.10	Фрагментарное применение методов анализа и обсуждения полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (научной специальности)	В целом успешное, но не систематическое применение методов анализа и обсуждения полученных данных, формулировки выводов и рекоменда	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение методов анализа и обсуждения полученных данных, формулиров	Успешное и систематическое применение методов анализа и обсуждения полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (научной

		Биоорганическая химия Шифр В (ПК-1)-2	ти) 02.00.10 Биоорганическая химия	ций по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия	выводов и рекомендаций по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия	специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия
ПК-2	знает	<b>Знает:</b> современное состояние экспериментальных методов в области биоорганической химии	Фрагментарные представления о современном состоянии экспериментальных методов в области биоорганической химии	Неполные представления о современном состоянии экспериментальных методов в области биоорганической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современном состоянии экспериментальных методов в области биоорганической химии	Сформированные систематические представления о современном состоянии экспериментальных методов в области биоорганической химии
	знает	<b>Знает:</b> правила эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов	Фрагментарные представления о правилах эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов	Неполные представления о правилах эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знаний о правилах эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов	Сформированные систематические знания правил эксплуатации и современного исследовательского оборудования и приборов
	знает	<b>Знает:</b> теоретические основы новейших методов	Фрагментарные представления о теоретических	Общие представления о теоретических	Сформированные, но содержащие отдельные	Сформированные знания теоретических основ интерпретац

		исследования структуры и функций природных соединений	их основах интерпретации результатов физико-химических методов исследования структуры и функций природных соединений	основах интерпретации результатов в физико-химических методов исследования структуры и функций природных соединений	пробелы знания теоретических основ интерпретации результатов в физико-химических методов исследования структуры и функций природных соединений	и результатов физико-химических методов исследования структуры и функций природных соединений
	умеет	<b>Умеет:</b> осуществлять поиск и выделение индивидуальных природных соединений, используя современное исследовательское оборудование	Фрагментарное использование методов поиска и выделения индивидуальных природных соединений, используя современное исследовательское оборудование	В целом успешное, но не систематическое использование методов поиска и выделения индивидуальных природных соединений, используя современное исследовательское оборудование	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использования методов поиска и выделения индивидуальных природных соединений, используя современное исследовательское оборудование	Сформированное умение использование методов поиска и выделения индивидуальных природных соединений, используя современное исследовательское оборудование
	умеет	<b>Умеет:</b> интерпретировать результаты физико-химических и биологических методов исследования	Фрагментарное умение интерпретировать результаты отдельных физико-химических и биологических методов	В целом успешное, но не систематическое умения интерпретировать результаты физико-	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в интерпретации результатов в физико-	Сформированное умение интерпретировать результаты физико-химических и биологических методов исследования

		ия природных соединений Шифр: У (ПК-2)-2	исследования природных соединений	химически и биологических методов исследования природных соединений	химически и биологических методов исследования природных соединений	я
	владеет	<b>Владеет:</b> экспериментальными методами подготовки и проведения научно-исследовательской работы, по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия	Фрагментарное применение экспериментальных методов подготовки и проведения научно-исследовательской работы, по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия	В целом успешное, но не систематическое применение методов подготовки и проведения научно-исследовательской работы, по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применения методов подготовки и проведения научно-исследовательской работы, по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия	Успешное и систематическое применение методов подготовки и проведения научно-исследовательской работы, по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия
	владеет	<b>Владеет:</b> навыками работы с современным исследовательским оборудованием, приборами, программными комплексами обработки результатов в области	Владеет навыками работы с некоторыми приборами и оборудованием для получения первичной характеристики природных объектов.	В целом успешное владение навыками работы с современным исследовательским оборудованием, но не достаточно для установления полной структуры природных	В целом успешное владение навыками работы с современным исследовательским оборудованием, но содержащие отдельные пробелы в обработке полученных	Успешное и систематическое применение навыков работы с современным исследовательским оборудованием, приборами, программными комплексами и обработки

		биоорганической химии		соединений.	х результатов	результатов в области биоорганической химии.
	знает	<b>Знает:</b> требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации и в рецензируемых научных изданиях по профилю биоорганической химии	Фрагментарные представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях по профилю биоорганической химии	Общие представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации и в рецензируемых научных изданиях по профилю биоорганической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей, наличие однократного опыта публикации в рецензируемых научных изданиях по профилю биоорганической химии	Сформированные представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей, наличие неоднократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях по профилю биоорганической химии
	знает	<b>Знает:</b> нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИР по биоорганической химии	Фрагментарные представления о нормативных документах для составления заявок, грантов, проектов НИР по биоорганической химии	Неполные представления о нормативных документах для составления заявок, грантов, проектов НИР по биоорганической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР по биоорганической химии	Сформированные систематические знания нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР по биоорганической химии

ПК-3					химии НИР	
	умеет	<b>Умеет:</b> представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикации в рецензируемых научных изданиях по биорганической химии	Фрагментарное использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях по биорганической химии	В целом успешное, но не систематическое использование методов подготовки научных результатов в публикации и в рецензируемых научных изданиях по биорганической химии	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование методов подготовки научных результатов в публикации и в рецензируемых научных изданиях по биорганической химии	Сформированное умение использовать методы подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях по биорганической химии
	умеет	<b>Умеет:</b> готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в области биорганической химии	Умение готовить отдельные материалы для заявки на получение научных грантов по биорганической химии по поручению руководителя	В целом успешное, но не систематическое использование умения готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР по биорганической химии	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умении готовить предложения по тематике и плану реализации исследовательских проектов, а также оформлять проекты по биорганической химии согласно установленным	Сформированное умение готовить предложения по тематике и плану реализации исследовательских проектов; обосновывать предложения с точки зрения реалистичности сроков, трудозатрат и ресурсной обеспеченности; оформлять проект согласно установленным

					требованиям	ым требованиям по биорганической химии
	владеет	<b>Владеет:</b> навыками поиска и оценки информации, необходимой для решения исследовательских и практических задач в области биорганической химии с использованием современных информационных и патентных баз данных (в том числе Scopus, РИНЦ, Web of Science, ФИПС)	Фрагментарное использование навыков подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях по направлению подготовки 02.00.10 Биорганическая химия	В целом успешное, но не систематическое проявление навыков подготовки научных результатов в публикации и в рецензируемых научных изданиях по направлению подготовки 02.00.10 Биорганическая химия	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы навыки подготовки научных результатов в публикации и в рецензируемых научных изданиях по направлению подготовки 02.00.10 Биорганическая химия	Сформированные навыки подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях по направлению 02.00.10 Биорганическая химия
	владеет	<b>Владеет:</b> навыками критического анализа и оценки полученных лично результатов в сравнении с современными научными достижениями	Фрагментарное применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направлению	В целом успешное, но не систематическое применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-	Успешное и систематическое применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по

		ями в области биоорганической химии	сти подготовки 02.00.10 Биоорганическая химия	проектных работ по направлению подготовки 02.00.10 Биоорганическая химия	исследовательских и проектных работ по направлению подготовки 02.00.10 Биоорганическая химия	направленно сти подготовки 02.00.10 Биоорганическая химия
--	--	-------------------------------------	---	--	--	---

**Структура государственной итоговой аттестации включает:**

- государственный экзамен;
- представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

По результатам государственных аттестационных испытаний обучающийся имеет право на апелляцию.

Порядок подачи и рассмотрения апелляций определяется в соответствии с «Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), программам ординатуры, программам ассистентуры - стажировки», утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 18.03.2016 № 227, «Положением о государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ТИБОУ ДВО РАН», утвержденным приказом директора ТИБОУ ДВО РАН от 15.02.2018 г. № 1а-ОД.

Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию в письменном виде апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания и (или) несогласия с результатами государственного экзамена.

Апелляция подается лично обучающимся в апелляционную комиссию не позднее следующего рабочего дня после объявления результатов

государственного аттестационного испытания.

Для рассмотрения апелляции секретарь государственной экзаменационной комиссии направляет в апелляционную комиссию протокол заседания государственной экзаменационной комиссии, заключение председателя государственной экзаменационной комиссии о соблюдении процедурных вопросов при проведении государственного аттестационного испытания, а также письменные ответы обучающегося (при их наличии) (для рассмотрения апелляции по проведению государственного экзамена).

Апелляция рассматривается не позднее 2 рабочих дней со дня подачи апелляции на заседании апелляционной комиссии, на которое приглашаются председатель государственной экзаменационной комиссии и обучающийся, подавший апелляцию.

Решение апелляционной комиссии оформляется протоколом и доводится до сведения обучающегося, подавшего апелляцию, в течение 3 рабочих дней со дня заседания апелляционной комиссии. Факт ознакомления обучающегося, подавшего апелляцию, с решением апелляционной комиссии удостоверяется подписью.

При рассмотрении апелляции о нарушении процедуры проведения государственного аттестационного испытания апелляционная комиссия принимает одно из следующих решений:

- об отклонении апелляции, если изложенные в ней сведения о нарушениях процедуры проведения государственного аттестационного испытания обучающегося не подтвердились и/или не повлияли на результат государственного аттестационного испытания;

- об удовлетворении апелляции, если изложенные в ней сведения о допущенных нарушениях процедуры проведения государственного аттестационного испытания обучающегося подтвердились и повлияли на результат государственного аттестационного испытания.

В случае принятия решения об удовлетворении апелляции о нарушении порядка проведения государственного аттестационного испытания, результат

проведения государственного аттестационного испытания подлежит аннулированию, в связи с чем протокол о рассмотрении апелляции не позднее следующего рабочего дня передается в государственную экзаменационную комиссию для реализации решения апелляционной комиссии. Обучающемуся предоставляется возможность пройти государственное аттестационное испытание в сроки, установленные Университетом.

При рассмотрении апелляции о несогласии с результатами государственного экзамена апелляционная комиссия выносит одно из следующих решений:

- об отклонении апелляции и сохранении результата государственного экзамена;
- об удовлетворении апелляции и выставлении иного результата государственного экзамена.

Решение апелляционной комиссии не позднее следующего рабочего дня передается в государственную экзаменационную комиссию. Решение апелляционной комиссии является основанием для аннулирования ранее выставленного результата государственного экзамена и выставления нового.

Решение апелляционной комиссии является окончательным и пересмотру не подлежит.

Апелляция на повторное проведение государственного аттестационного испытания не принимается.

## **Требования к представлению научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), порядок его подготовки и представления**

### **1. Требования к структуре и содержанию научного доклада**

1.1. Научный доклад содержит основные результаты подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), выполненной по соответствующей научной специальности. Научно-квалификационная работа (диссертация) должна соответствовать паспорту научной специальности и иным

критериям, установленным для научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук. Содержание научного доклада должно отражать исходные предпосылки научного исследования, его ход и полученные результаты.

1.2. Тема научного доклада должна совпадать с утвержденной темой научно-квалификационной работы (диссертации) аспиранта, а содержание доклада должно свидетельствовать о готовности аспиранта к защите научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

1.3. Структура научного доклада должна отражать логику диссертационного исследования и обеспечивать единство и взаимосвязанность элементов его содержания. Доклад должен включать в себя следующие основные структурные элементы:

1. ОБЩУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ РАБОТЫ, где необходимо отразить:

- актуальность темы;
- цель и задачи работы;
- объект и предмет исследования;
- теоретическую и методологическую основы исследования;
- материалы исследования;
- обоснованность и достоверность результатов исследования;
- научную новизну работы;
- теоретическую и практическую значимость исследования;
- структуру работы.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ.

2. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ,

- конкретные выводы по результатам исследования, в соответствии с поставленными задачами, представляющие собой решение этих задач;

- основной научный результат, полученный автором в соответствии с целью исследования (решение поставленной научной проблемы, получение/ применение нового знания о предмете и объекте);

- возможные пути и перспективы продолжения работы.

#### IV. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ НАУЧНО-КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (ДИССЕРТАЦИИ) И АПРОБАЦИЮ РАБОТЫ.

Время доклада не более 20 минут.

### **2. Процедура представления и механизм оценивания научного доклада**

2.1. Подготовленная научно-квалификационная работа (диссертация) должна соответствовать требованиям, установленным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 21.04.2016) «О порядке присуждения ученых степеней» (вместе с «Положением о присуждении ученых степеней»).

2.2. Научно-квалификационные работы (диссертации) подлежат внутреннему и внешнему рецензированию. Рецензенты должны иметь ученые степени по соответствующей научной специальности.

Для проведения рецензирования обучающийся предоставляет рецензентам в печатном виде текст научно-квалификационной работы (диссертации) не позднее, чем за 30 дней до прохождения государственной итоговой аттестации.

2.3. В рецензии на основе анализа текста научно-квалификационной работы (диссертации) оцениваются актуальность работы, степень научной новизны, обоснованность положений, выносимых на защиту, качество владения методами научного исследования, глубина анализа разработанности темы исследования, достоверность и обоснованность выводов, к которым пришел выпускник в ходе исследования, указываются достоинства и недостатки работы, предлагаются вопросы. В завершении рецензии высказывается мнение рецензента о возможности/ невозможности присуждения квалификации "Исследователь. Преподаватель-исследователь" по соответствующему направлению подготовки, а также предлагается оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

2.4. Научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) может быть представлен к защите и

при отрицательном отзыве рецензента. Защита такого доклада может осуществляться только в присутствии рецензента, представившего отрицательный отзыв.

2.5. Не позднее, чем за три календарных дня до представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) в государственную экзаменационную комиссию передаются в письменном виде отзыв научного руководителя и рецензии, с которыми в обязательном порядке ознакомляются авторы научно-квалификационной работ.

2.6. Тексты научно-квалификационных работ (диссертаций) проверяются на объем заимствования (не более 20 % заимствования). Тексты научных докладов, за исключением текстов научных докладов, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, размещаются в электронно-библиотечной системе Института.

2.7. Представление аспирантами научного доклада проводится на открытом заседании государственной экзаменационной комиссии с участием не менее двух третей ее состава при обязательном присутствии председателя комиссии.

Защита научного доклада носит характер научной дискуссии и проходит в обстановке требовательности, принципиальности и соблюдения научной и педагогической этики.

2.8. Представление и обсуждение научного доклада проводятся в следующем порядке:

- информация секретаря государственной экзаменационной комиссии о выпускнике, теме работы, руководителе, рецензентах;
- выступление выпускника с научным докладом (10-15 минут);
- вопросы, задаваемые членами государственной экзаменационной комиссии по теме работы и ответы на них;
- выступление научного руководителя с краткой характеристикой аспиранта;

- выступление рецензентов (или зачитывание рецензии);
- ответ аспиранта на вопросы рецензентов;
- дискуссия, в которой может принять участие любой присутствующий на защите;
- заключительное слово аспиранта;
- обсуждение научного доклада членами государственной экзаменационной комиссии.

Вынесение решения государственной экзаменационной комиссии о соответствии научного доклада квалификационным требованиям и рекомендации к защите принимается на закрытом заседании комиссии и объявляется в день представления доклада.

2.9. На каждого аспиранта, представившего научный доклад, заполняется протокол. В протокол вносятся мнения членов государственной экзаменационной комиссии о научно-квалификационной работе, уровне сформированности компетенций, знаниях и умениях, выявленных в процессе государственной итоговой аттестации, перечень заданных вопросов и характеристика ответов на них, а также вносится запись особых мнений. Протокол подписывается членами государственной экзаменационной комиссии, присутствовавшими на заседании.

2.10. В протокол вносится одна из следующих оценок научного доклада аспиранта:

- «отлично» - научно-квалификационная работа (диссертация) полностью соответствует квалификационным требованиям и рекомендуется к защите: актуальность проблемы обоснована анализом состояния теории и практики в соответствующей научной области; показана значимость проведенного исследования в решении научных проблем: найдены и апробированы эффективные варианты решения задач, значимых как для теории, так и для практики; грамотно представлено теоретико-методологическое обоснование научно-квалификационной работы (диссертации), четко сформулирован авторский замысел исследования, отраженный в понятийно-категориальном

аппарате; обоснована научная новизна, теоретическая и практическая значимость выполненного исследования; текст научно-квалификационной работы (диссертации) отличается высоким уровнем научности, четко прослеживается логика исследования, корректно дается критический анализ существующих исследований, автор доказательно обосновывает свою точку зрения.

- «хорошо» - научно-квалификационная работа (диссертация) соответствует квалификационным требованиям и рекомендуется к защите с учетом высказанных замечаний без повторного заслушивания: достаточно полно обоснована актуальность исследования, предложены варианты решения исследовательских задач, имеющих конкретную область применения; доказано отличие полученных результатов исследования от подобных, уже имеющихся в науке; для обоснования исследовательской позиции взята за основу конкретная теоретическая концепция; сформулирован терминологический аппарат, определены методы и средства научного исследования, но вместе с тем нет должного научного обоснования по поводу замысла и целевых характеристик проведенного исследования, нет должной аргументированности представленных материалов; нечетко сформулированы научная новизна и теоретическая значимость; основной текст научно-квалификационной работы (диссертации) изложен в единой логике, в основном соответствует требованиям научности и конкретности, но встречаются недостаточно обоснованные утверждения и выводы.

- «удовлетворительно» - научно-квалификационная работа (диссертация) в целом соответствует квалификационным требованиям, но рекомендуется к доработке: актуальность исследования обоснована недостаточно; методологические подходы и целевые характеристики исследования четко не определены, однако полученные в ходе исследования результаты не противоречат закономерностям практики; дано технологическое описание последовательности применяемых исследовательских методов, приемов, форм, но выбор методов исследования не обоснован; полученные результаты не обладают достаточной научной новизной и (или) не имеют теоретической

значимости; в тексте диссертации имеются нарушения единой логики изложения, допущены неточности в трактовке основных понятий исследования, подмена одних понятий другими.

- «неудовлетворительно» - научно-квалификационная работа (диссертация) не соответствует квалификационным требованиям: актуальность выбранной темы обоснована поверхностно; имеются несоответствия между поставленными задачами и положениями, выносимыми на защиту; теоретико-методологические основания исследования раскрыты слабо; понятийно-категориальный аппарат не в полной мере соответствует заявленной теме; отсутствуют научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов; в формулировке выводов по результатам проведенного исследования нет аргументированности и самостоятельности суждений; текст работы не отличается логичностью изложения, носит эклектичный характер и не позволяет проследить позицию автора по изучаемой проблеме; в работе имеется плагиат. Работа не соответствует требованиям к структуре и объему, установленным для научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

2.11. Решение о соответствии научного доклада квалификационным требованиям принимается простым большинством голосов членов государственной экзаменационной комиссии, участвующих в заседании. При равном числе голосов председатель комиссии (в случае отсутствия председателя – его заместитель) обладает правом решающего голоса.

2.12. Если по результатам защиты научного доклада государственная экзаменационная комиссия дает оценку защите научного доклада не ниже «хорошо», оформляется заключение о рекомендации научно-квалификационной работы (диссертации) к защите на соискание ученой степени кандидата наук. В случае получения аспирантом по результатам представления научного доклада оценки «удовлетворительно» научно-квалификационная работа (диссертация) на соискание ученой степени кандидата наук после доработки проходит обсуждение на заседании коллоквиума выпускающей лаборатории, после чего может

получить заключение о рекомендации научно-квалификационной работы (диссертации) к защите на соискание ученой степени кандидата наук.

Научное исследование (диссертация) представляет собой самостоятельную и логически завершенную научно-квалификационную работу. Тематика диссертаций должна быть направлена на решение профессиональных задач. Тема диссертации определяется совместно аспирантом и его научным руководителем и отражается в индивидуальном плане работы аспиранта.

При выполнении диссертации аспирант должен показать свою способность, опираясь на полученные углубленные знания, умения и сформированные универсальные и профессиональные компетенции, самостоятельно решать на современном уровне задачи в сфере своей профессиональной деятельности, грамотно излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения.

Диссертация, общим объемом не менее 150 стр. должна иметь аналитический характер, основываться на самостоятельно проведенных научных исследованиях. Структура диссертации определяется аспирантом под руководством научного руководителя.

Ответственность за содержание диссертации и достоверность всех приведенных данных несет аспирант – автор работы.

Оформление работы осуществляется аспирантом в соответствии с требованиями к диссертациям по ГОСТ Р 7.0.11— 2011.

На завершающем этапе подготовки диссертации аспирант проходит процедуру предзащиты в лаборатории, реализующей программу аспирантуры. Предзащита назначается не позднее, чем за 5 недель до даты защиты. Присутствие научного руководителя на предзащите является обязательным.

Завершенная диссертация представляется руководителю не позднее, чем за три недели до даты представления научного доклада. После изучения содержания работы руководитель оформляет отзыв в письменной форме, при согласии на допуск научного доклада к представлению, подписывает ее и вместе

со своим письменным отзывом представляет в лабораторию, реализующую подготовку по программе аспирантуры.

Заведующий лабораторией на основании протокола заседания лаборатории о допуске аспиранта к защите, проведенного не позднее, чем за две недели до даты защиты, делает соответствующую запись на обороте титульного листа работы.

При отрицательном решении лаборатории протокол заседания представляется руководителю ОП для подготовки служебной записки об отчислении аспиранта в связи с не допуском к представлению научного доклада.

Диссертация, рекомендованная к представлению в форме научного доклада, направляется на рецензию.

Диссертация, не менее чем за 10 дней до представления в форме научного доклада, передается рецензентам для рецензирования. Рецензенты назначаются из числа научных работников ТИБОХ ДВО РАН (за исключением сотрудников лаборатории, в которой обучался аспирант.). Состав рецензентов рассматривается на заседании лаборатории, согласовывается с руководителем ОП, оформляется протоколом заседания лаборатории и утверждается приказом директора или другого уполномоченного лица, не менее чем за три недели до даты представления научного доклада.

Лаборатория информирует аспиранта о рецензентах, согласовывает способ передачи работы и выдает направление на рецензию. Работа с отзывом руководителя и заключением рецензентов (рецензия) представляется аспирантом в лабораторию, реализующую программу аспирантуры, не позднее, чем за пять дней до даты представления научного доклада. Заведующий лабораторией обеспечивает передачу научного доклада председателю ГЭК не позднее трех дней до заседания ГЭК.

Выпускник должен быть ознакомлен с рецензией до представления научного доклада.

**Паспорт фонда оценочных средств  
представления научного доклада  
об основных результатах подготовленной научно-квалификационной  
работы (диссертации)**

по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

**по направлению подготовки**

**04.06.01 Химические науки**

шифр и название направления

**Биоорганическая химия**

название профиля

№ п/п	Код и формулировка контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области химических наук с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)	УО-3
2	готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук (ОПК-2)	УО-3
3	способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по специальности биоорганическая химия (ПК-1)	УО-3
4	Способность к профессиональной эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов (ПК-2)	УО-3
5	Способность профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций и презентаций (ПК-3)	УО-3

УО-3 Доклад, сообщение. Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов, решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)		Критерии оценивания результатов обучения			
			«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
ОПК-1	знает	<b>Знает:</b> современные способы использования информации информационно-коммуникационных технологий в области биоорганической химии	Фрагментарные представления о современных способах использования информации информационно-коммуникационных технологий в области биоорганической химии	В целом успешные, но не систематические представления о современных способах использования информации информационно-коммуникационных технологий в области биоорганической химии	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных способах использования информации информационно-коммуникационных технологий в области биоорганической химии	Сформированные представления о современных способах использования информации информационно-коммуникационных технологий в области биоорганической химии
	умеет	<b>Умеет:</b> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-	Фрагментарное умение выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-	В целом успешное, но не систематическое использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использования умения выбирать	Сформированное умение выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы

		теоретические методы исследования	ие методы для решения научной задачи	ральные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	для решения научной задачи
	владеет	<b>Владеет</b> навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований	Фрагментарное применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	В целом успешное, но не систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	Успешное и систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации
	владеет	<b>Владеет:</b> навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	Фрагментарное применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов, анализа получаемых	Успешное и систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов

				выводов	результатов и формулировки выводов	
	владеет	<b>Владеет:</b> навыками представления и продвижения результата в интеллектуальной деятельности	Фрагментарное применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	В целом успешное, но не систематическое применение навыков представления и продвижения результатов в интеллектуальной деятельности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применения и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	Успешное и систематическое применение навыков представления и продвижения результата в интеллектуальной деятельности
ОПК-2	знает	<b>Знает:</b> основные принципы организации и работы в коллективе и способы разрешения конфликтных ситуаций	Фрагментарные представления об основных принципах организации работы в коллективе, отсутствие представлений о способах разрешения конфликтных ситуаций	Неполные представления об основных принципах организации и работы в коллективе, общие представления о способах разрешения конфликтных ситуаций	Сформированные, но содержащее отдельные пробелы представления об основных принципах организации работы в коллективе, конкретные представления о способах разрешения конфликтных ситуаций	Сформированные систематические представления об основных принципах организации и работы в коллективе и способах разрешения типичных неконструктивных предконфликтных и конфликтных ситуаций

	умеет	<b>Умеет:</b> планировать научную работу, формировать состав рабочей группы и оптимизировать распределение обязанностей между членами исследовательского коллектива	Фрагментарное использование разделения научной работы на составные части, отсутствие умения оптимизировать распределение обязанностей между членами команды	В целом успешное, но не систематическое использование умения планировать научную работу и формировать команду с адекватным распределением обязанностей между членами коллектива	Сформированное умение составления плана научной работы, схем взаимодействия при решении исследовательских и практических задач с оценкой их сильных и слабых сторон, но наличие определенных затруднений с формированием команды	Сформированное умение составления плана научной работы с выделением параллельно и последовательно выполняемых стадий с оптимальным распределением обязанностей между членами коллектива
	владеет	<b>Владеет:</b> организаторскими способностями, навыками планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива	Слабо выраженные организаторские способности, преимущественно подчиненное положение в команде, наличие исполнительских навыков	Слабо выраженные организаторские способности, наличие внутренних стимулов к организации работы в исследовательском коллективе	Выраженные организаторские способности, но отсутствие достаточных практических навыков планирования и распределения работы между членами исследова	Явно выраженные лидерские качества и организаторские способности, наличие опыта планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива

					тельского коллектива	
ПК-1	Знает	<b>Знает:</b> современное состояние науки в области биологической химии	Фрагментарные представления о современном состоянии науки в области биологической химии	Неполные представления о современном состоянии науки в области биологической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современном состоянии науки в области биологической химии	Сформированные систематические представления о современном состоянии науки в области биологической химии
	умеет	<b>Умеет:</b> определять цель и задачи исследования, планировать и осуществлять экспериментальное исследование	Отсутствие соответствия целей и задач содержанию экспериментального исследования	Недостаточно полное соответствие целей и задач содержанию экспериментального исследования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умении определять цель и задачи исследования, планировать и осуществлять экспериментальное исследование	Сформированное умение определять цель и задачи исследования, планировать и осуществлять экспериментальное исследование
	владеет	<b>Владеет:</b> методами планирования, подготовки, проведения НИР по направлению	Фрагментарное применение методов планирования, подготовки и проведения НИР по	В целом успешное, но не систематическое применение методов планирования, подготовки	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение	Успешное и систематическое применение методов планирования, подготовки и

		(научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия Шифр В (ПК-1)-1	направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия	, проведения НИР по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия	методов планирования, подготовки, проведения НИР по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия	проведения НИР по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия
	владеет	<b>Владеет:</b> методами анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия Шифр В (ПК-1)-2	Фрагментарное применение методов анализа и обсуждения полученных данных, формулировки выводов и рекомендации по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия	В целом успешное, но не систематическое применение методов анализа и обсуждения полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение методов анализа и обсуждения полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия	Успешное и систематическое применение методов анализа и обсуждения полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биоорганическая химия
ПК-2	знает	<b>Знает:</b> современное состояние эксперимен	Фрагментарные представления о	Неполные представления о современно	Сформированные, но содержащ	Сформированные систематические

		тальных методов в области биоорганической химии	современном состоянии экспериментальных методов в области биоорганической химии	м состоянии экспериментальных методов в области биоорганической химии	ие отдельные пробелы, представления о современном состоянии экспериментальных методов в области биоорганической химии	представления о современном состоянии экспериментальных методов в области биоорганической химии
	знает	<b>Знает:</b> правила эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов	Фрагментарные представления о правилах эксплуатации и современного исследовательского оборудования и приборов	Неполные представления о правилах эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знаний о правилах эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов	Сформированные систематические знания правил эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов
	знает	<b>Знает:</b> теоретические основы новейших методов исследования структуры и функций природных соединений	Фрагментарные представления о теоретических основах интерпретации результатов физико-химических методов исследования структуры и функций природных соединений	Общие представления о теоретических основах интерпретации результатов физико-химических методов исследования структуры и функций природных соединений	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знаний теоретических основ интерпретации результатов физико-химических методов исследования структуры и функций природных соединений	Сформированные знания теоретических основ интерпретации результатов физико-химических методов исследования структуры и функций природных соединений

				й	методов исследования структуры и функций природных соединений	
	умеет	<b>Умеет:</b> осуществлять поиск и выделение индивидуальных природных соединений, используя современное исследовательское оборудование	Фрагментарное использование методов поиска и выделения индивидуальных природных соединений, используя современное исследовательское оборудование	В целом успешное, но не систематическое использование методов поиска и выделения индивидуальных природных соединений, используя современное исследовательское оборудование	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использования методов поиска и выделения индивидуальных природных соединений, используя современное исследовательское оборудование	Сформированное умение использовать методы поиска и выделения индивидуальных природных соединений, используя современное исследовательское оборудование
	умеет	<b>Умеет:</b> интерпретировать результаты физико-химических и биологических методов исследования природных соединений Шифр: У	Умение интерпретировать результаты отдельных физико-химических и биологических методов исследования природных соединений	В целом успешное, но не систематическое использование умения интерпретировать результаты физико-химических и биологических методов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в интерпретации результатов физико-химических и биологических	Сформированное умение интерпретировать результаты физико-химических и биологических методов исследования

		(ПК-2)-2		исследования природных соединений	еских методов исследования природных соединений	
	владеет	<b>Владеет:</b> экспериментальными методами подготовки и проведения научной исследовательской работы, по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биологическая химия	Фрагментарное применение экспериментальных методов подготовки и проведения научной исследовательской работы, по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биологическая химия	В целом успешное, но не систематическое применение методов подготовки и проведения научной исследовательской работы, по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биологическая химия	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применения методов подготовки и проведения научной исследовательской работы, по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биологическая химия	Успешное и систематическое применение методов подготовки и проведения научной исследовательской работы, по направленности (научной специальности) 02.00.10 Биологическая химия
	владеет	<b>Владеет:</b> навыками работы с современным исследовательским оборудованием, приборами, программными комплексами обработки результатов	Владеет навыками работы с некоторыми приборами и оборудованием для получения первичной характеристики природных объектов.	В целом успешное владение навыками работы с современным исследовательским оборудованием, но недостаточно для установления полной структуры	В целом успешное владение навыками работы с современным исследовательским оборудованием, но содержащее отдельные пробелы	Успешное и систематическое применение навыков работы с современным исследовательским оборудованием, приборами, программными

		в в области биорганической химии		природных соединений.	обработке полученных результатов	комплексами обработки результатов в в области биорганической химии.
	знает	<b>Знает:</b> требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации и в рецензируемых научных изданиях по профилю биорганической химии	Фрагментарные представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях по профилю биорганической химии	Общие представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации и в рецензируемых научных изданиях по профилю биорганической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей, наличие неоднократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях по профилю биорганической химии	Сформированные представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей, наличие неоднократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях по профилю биорганической химии
	знает	<b>Знает:</b> нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИР по биорганической химии	Фрагментарные представления о нормативных документах для составления заявок, грантов, проектов	Неполные представления о нормативных документах для составления заявок, грантов, проектов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания нормативных документов	Сформированные систематические знания нормативных документов для составления заявок,

ПК-3		еской химии	проектов НИР по биоорганической химии	НИР по биоорганической химии	ов для составления заявок, грантов, проектов по биоорганической химии НИР	грантов, проектов НИР по биоорганической химии
	умеет	<b>Умеет:</b> представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях по биоорганической химии	Фрагментарное использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях по биоорганической химии	В целом успешное, но не систематическое использование методов подготовки научных результатов в к публикации и в рецензируемых научных изданиях по биоорганической химии	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использования методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях по биоорганической химии	Сформированное умение использовать методы подготовки научных результатов в к публикации и в рецензируемых научных изданиях по биоорганической химии
	умеет	<b>Умеет:</b> готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в области биоорганической химии	Умение готовить отдельные материалы для заявки на получение научных грантов по биоорганической химии по поручению руководителя	В целом успешное, но не систематическое использование умения готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР по биоорганической химии	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умении готовить предложения по тематике и плану реализации исследовательских проектов; обосновывать предложения с точки зрения	Сформированное умение готовить предложения по тематике и плану реализации исследовательских проектов; обосновывать предложения с точки зрения

				еской химии	проектов, а также оформляют проекты по биоорганической химии согласно установленным требованиям	реалистичности сроков, трудозатрат и ресурсной обеспеченности; оформляют проект согласно установленным требованиям по биоорганической химии
	владеет	<b>Владеет:</b> навыками поиска и оценки информации, необходимой для решения исследовательских и практических задач в области биоорганической химии с использованием современных информационных и патентных баз данных (в том числе Scopus, РИНЦ, Web of Science, ФИПС)	Фрагментарное использование навыков подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях по направлению подготовки 02.00.10 Биоорганическая химия	В целом успешное, но не систематическое проявление навыков подготовки научных результатов в публикации и в рецензируемых научных изданиях по направлению подготовки 02.00.10 Биоорганическая химия	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы навыки подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях по направлению подготовки 02.00.10 Биоорганическая химия	Сформированные навыки подготовки научных результатов к публикации и в рецензируемых научных изданиях по направлению подготовки 02.00.10 Биоорганическая химия
	владеет	<b>Владеет:</b> навыками	Фрагментарное	В целом успешное,	В целом успешное	Успешное и

		критического анализа и оценки полученных лично результатов в в сравнении с современными научными достижениями в области биоорганической химии	применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направлению подготовки 02.00.10 Биоорганическая химия	но не систематическое применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направлению подготовки 02.00.10 Биоорганическая химия	, но содержащее отдельные пробелы применения навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направлению подготовки 02.00.10 Биоорганическая химия	систематическое применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направлению подготовки 02.00.10 Биоорганическая химия
--	--	---	---	---	---	---

**Примерные критерии оценки результатов представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)**

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется выпускнику, если актуальность проблемы обоснована анализом состояния теории и практики в конкретной области науки. Показана значимость проведенного исследования в решении научных проблем: найдены и апробированы эффективные варианты решения задач, значимых как для теории, так и для практики. Грамотно представлено теоретико-методологическое обоснование научно-квалификационной работы, четко сформулирован авторский замысел исследования, отраженный в понятийно-категориальном аппарате; обоснована научная новизна, теоретическая и практическая значимость выполненного исследования, глубоко и содержательно проведен анализ полученных результатов. Текст научного доклада отличается высоким уровнем научности, четко

	<p>прослеживается логика исследования, корректно дается критический анализ существующих исследований, автор доказательно обосновывает свою точку зрения.</p>
«хорошо»	<p>Оценка «хорошо» выставляется выпускнику, если достаточно полно обоснована актуальность исследования, предложены варианты решения исследовательских задач, имеющих конкретную область применения. Доказано отличие полученных результатов исследования от подобных, уже имеющих в науке. Для обоснования исследовательской позиции взята за основу конкретная теоретическая концепция. Сформулирован терминологический аппарат, определены методы и средства научного исследования, Но вместе с тем нет должного научного обоснования замысла и цели проведенного исследования, нет должной аргументированности представленных материалов. Нечетко сформулированы научная новизна и теоретическая значимость. Основной текст научного доклада изложен в единой логике, в основном соответствует требованиям научности и конкретности, но встречаются недостаточно обоснованные утверждения и выводы.</p>
«удовлетворительно»	<p>Оценка «удовлетворительно» выставляется выпускнику, если актуальность исследования обоснована недостаточно. Методологические подходы и целевые характеристики исследования четко не определены, однако полученные в ходе исследования результаты не противоречат закономерностям практики. Дано технологическое описание последовательности применяемых исследовательских методов, приемов, форм, но выбор методов исследования не обоснован. Полученные результаты не обладают научной новизной и не имеют теоретической значимости. В тексте научного доклада имеются нарушения единой логики изложения, допущены неточности в трактовке основных понятий исследования, подмена одних понятий другими.</p>
«неудовлетворительно»	<p>Оценка «неудовлетворительно» выставляется выпускнику, если актуальность выбранной темы обоснована поверхностно. Имеются несоответствия между поставленными задачами и положениями, выносимыми на защиту. Теоретико-методологические основания исследования раскрыты слабо. Понятийно-категориальный аппарат не в полной мере соответствует заявленной теме. Отсутствуют научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов. В формулировке выводов по результатам проведенного исследования нет аргументированности и самостоятельности суждений. Текст научного доклада не отличается логичностью изложения.</p>



## **I. Требования к процедуре проведения государственного экзамена**

Государственный экзамен по направлению **04.06.01 Химические науки** строится на интегративной базе взаимосвязанных учебных дисциплин, освоенных за период обучения, и включает в себя важнейшие элементы из теоретических и профессионально ориентированных курсов. Форма проведения государственного экзамена устная.

В содержание государственного экзамена входят два теоретических вопроса. Первый вопрос основан на материале дисциплин *«История и философия науки»*; *«Организационно-управленческие основы высшей школы»*; *«Современные образовательные технологии в высшей школе»*, *«Методика преподавания химии в ВУЗе»*.

Второй вопрос включает проверку знаний дисциплин *«Избранные главы биоорганической химии»*; *«Молекулярная фармакология»*, *«Основы компьютерного моделирования»*

Продолжительность ответа на государственном экзамене должна составлять не более 30 минут (время на подготовку – до 60 минут). Количество обучающихся, одновременно находящихся в аудитории, – не более 5 человек. Во время сдачи экзамена не разрешается покидать аудиторию, пользоваться электронно-вычислительной техникой, использовать материалы справочного характера.

Решения государственной аттестационной комиссии принимаются на закрытых заседаниях простым большинством голосов членов комиссии, участвующих в заседании, при обязательном присутствии председателя комиссии. При равном числе голосов председатель комиссии обладает правом решающего голоса.

Результаты государственных экзаменов объявляются в день их проведения.

## **II. Содержание программы государственного экзамена**

Перечень дисциплин, вошедших в программу государственного экзамена по направлению **04.06.01 Химические науки** профиль «Биоорганическая химия»:

- «История и философия науки»;
- «Организационно-управленческие основы высшей школы»;
- «Современные образовательные технологии в высшей школе»;
- «Методика преподавания химии в ВУЗе»;
- «Избранные главы биоорганической химии»
- «Молекулярная фармакология»
- «Основы компьютерного моделирования»

### **Содержание учебной дисциплины «История и философия науки»**

Учебная дисциплина «История и философия науки» представляет собой одну из дисциплин базовой части учебного плана, предназначенных для аспирантов, обучающихся по направлению 04.06.01 Химические науки профиль «Биоорганическая химия».

Цель дисциплины – показать неразрывную связь философского и конкретно-научного познания, дать понимание философского основания рождения научных идей и открытий, закономерностей развития и функционирования науки, общенаучную методологию исследования, междисциплинарных характер современного научного знания.

Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов: предмет философии науки, современные подходы в философии науки (аналитический, феноменологический, постмодернистский), наука как социальный институт, основные этапы развития науки, структура и методология эмпирического и теоретического знания, научная картина мира, научные традиции и научные революции, научная рациональность, этика науки, естественное как предмет научного познания, соотношение естественных, технических и социогуманитарных наук, категории пространства и времени, понятия причинности, цели и случайности, современный системный подход, принцип

развития и эволюционный подход в современной науке, информационный подход в современной науке.

## **Вопросы по дисциплине «История и философия науки»**

### **1. Философия и наука. Основные направления современной философии науки**

Проблема самоопределения философии в её истории. Философия как собственное дело разума. Основной философский вопрос и его изменение в истории философии. Классическое различие способностей разума и рассудка. Рассудочность позитивно-научного знания. Опыт научного познания как специфический «предмет» философского осмысления. Основные проблемы современной философии и методологии науки.

### **2. Основные направления современной философии науки**

Статус феноменологического подхода в философии. Особенность феноменологического понимания научной теории. Конструктивный объект в современном научном познании. «Лингвистический поворот» в философии и аналитическое понимание языка в свете природы самого языка. Аналитическая философия (основные представители и идеи). Пост-аналитическая перспектива. Постмодернистское решение вопроса об изменении роли научного знания в современном мире. Наука как вид дискурса. Понятие «языковой игры». Понимание конструктивного характера научного знания в постмодернистской методологии.

### **3. Социальные, культурные и духовные условия возникновения первых форм теоретического познания в античности**

Возникновение античной философии как открытие собственной логики мышления. Что значит мыслить и что «зовет» нас мыслить? Как возможно свободомыслие? Теория как форма мышления. Диалогичность мышления. Отношение единого и многого как основная проблема теории. Духовные открытия древних греков: истина, свобода, красота, благо, природа, индивидуальность и др. Особенности греческой культуры как условие автономии мышления: греческий язык, искусство. Социально-политические

условия свободомыслия. Греческий полис. Роль политических практик в формировании мировоззрения греков.

#### **4. Роль христианской теологии в развитии европейской учености**

Общая проблема: отношение веры и разума, науки и религии. Христианская культурная парадигма. Вклад христианства в самосознание европейского человечества. Демифологизация природы. Новое понимание человека. Христианские корни науки. Драматизм отношения церкви к становлению новоевропейской науки. Роль университетов в формировании европейской учёности. Дисциплинарность как форма организации знания.

#### **5. Возникновение экспериментального математизированного естествознания в Новое время**

Духовные, культурные и социальные условия возникновения новоевропейской науки в 16 веке. Платонизм и аристотелизм как две философские парадигмы средних веков. Средневековая физика. Понимание движения в аристотелевской физике. Идея эксперимента. Условия применения математики к описанию явлений природы. Платон и Галилей. Почему в рамках платонизма не было возможности применять математику для исчисления физических процессов? Что в этом контексте означает «крушение античного космоса?» Что значит «геометризация природы» как условие новой науки?

#### **6. Проблема критерия научности знания. Научный метод**

Метод как «душа науки». Философское учение о методе и методологическая функция философии. Общие модусы мышления и универсальные философские методы: диалектический, критический, феноменологический и герменевтический. Общенаучная методология: системный подход, исторический подход, аналитический подход, проектный подход. Моделирование как общенаучная методология. Предметные методы познания в конкретных науках.

#### **7. Эмпирическое и теоретическое в структуре научного познания**

Понятие теории и теоретического уровня научного знания. Теория и язык. Математика как язык науки. Статус закона в научном знании. Теоретические

формы познания: идеализация, абстрагирование, дедукция, аналитика. Эмпирический уровень научного познания. Научный факт. Наблюдение и эксперимент как основные формы эмпирического познания. Единство эмпирического и теоретического в научном познании.

## **8. Типы научной рациональности. Современная научная картина мира**

Понятие рациональности в контексте вопроса о месте разума и рассудка в структуре сознания. Рациональность веры. Рациональность чувств. Рациональность действий. Рациональность познания. Культурно-исторические типы рациональности. Понятие научной рациональности. Классическая, неклассическая и постнеклассическая научная рациональность.

## **9. Структура научного исследования**

Логика научного исследования. Понятие проблемы. Тематизация проблемы. Определение объекта и предмета исследования. Значение целеполагания в научном исследовании. Понятие гипотезы. Выбор теоретических оснований в условиях конкурирующих исследовательских программ. Выбор методологии. Научное обоснование, аргументация и доказательство. Проблема новизны полученных результатов. Проблема достоверности полученных результатов. Понятие истины. Гносеологическое и онтологическое в понятии истины. Истинность знания в логическом, семантическом и прагматическом измерении. Диалектика познания истины: соотношение объективного и субъективного, абсолютного и относительного, абстрактного и конкретного в истинном знании. Критерии истинности знания. Эмпирический критерий и его границы. Критерий когерентности. Критерий практики. Прагматический критерий. Герменевтический критерий.

## **10. Основные черты и тенденции развития современной науки**

Этическое измерение познавательной деятельности. Основные категории этики. Коммуникативная рациональность как вопрос этики. Этика научного дискурса. Проблема ответственности науки и ученых. Тенденции интеграции и дифференциации в развитии научного знания. Основания дисциплинарного

членения знания в научном познании. Проблема классификации наук. Процедура формирования предмета науки. Диалектика единого и многого как общее основание междисциплинарного подхода. Современные междисциплинарные подходы.

### **11. Наука как социальный институт**

Наука как социальный институт производства, хранения и трансляции нового знания. Исторические этапы институализации научного познания. Научная деятельность в структуре социального разделения труда. Наука и государство. Знание как дискурс власти. Наука и идеология. Экономика науки. Знание как товар. Наука в информационном обществе.

### **12. Специфика естественнонаучного знания**

Естественное как предмет научного познания. Систематика естественных наук. Категории пространства и времени. Эволюция понятий пространства и времени в истории естествознания. Понятия причинности, цели и случайности. Идеи детерминизма, индетерминизма и целесообразности в естествознании. Проблема познания сложных систем в естествознании. Критерий сложности. Проблема объективности в современной физике. Принципы наблюдаемости и неопределенности. Эволюционная проблема в астрономии и космологии. Соотношение естественных, технических и социальных наук. Системный подход и его приложение в естествознании. Современное динамическое понимание системы. Современный синергетический подход. Соотношение естествознания и математики. Математизация науки. Статус математики в системе научного знания. Проблематика философии математики. Закономерности развития математики. Проблема оснований математики.

### **13. Методологические проблемы познания живого**

Роль философской рефлексии в развитии наук о жизни. Философия биологии в исследовании структуры биологического знания, в изучении природы, особенностей и специфики научного познания живых объектов и систем, в анализе средств и методов подобного познания. Философия биологии в оценке познавательной и социальной роли наук о жизни в современном

обществе. Принцип системности в сфере биологического познания. Основные этапы становления идеи развития в биологии. Структура и основные принципы эволюционной теории. Развитие эволюционных идей: первый, второй и третий эволюционные синтезы. Проблема биологического прогресса. Роль теории биологической эволюции в формировании принципов глобального эволюционизма. Место целевого подхода в биологических исследованиях. Основные направления обсуждения проблемы детерминизма в биологии: телеология, механический детерминизм, органический детерминизм, акциденционализм, финализм.

#### **14. Методологические проблемы технических наук**

Общая проблематика философии техники. Человек и техника. Философия техники М.Хайдеггера. Философия техники Х.Ортега-и-Гассета: Философия техники К.Ясперса. Инвенционизм. Идея техносферы. Перспективы её развития. Техника и современная экологическая проблематика. Техническое знание как синтез естественного и искусственного. Соотношение естественных, социогуманитарных и технических наук. Философско-методологические проблемы инженерного проектирования. Методология решения изобретательских задач. Системный подход и его приложения в технических науках. Современные проблемы инженерного образования. Становление информационного подхода в науке. Социальная оценка техники. Закономерности развития техники. История техники как методологическая проблема. Современная проектная культура. Проблема ответственности в технике. Понятие информации. Информатика как междисциплинарное направление в науке. Проблема искусственного интеллекта. Эпистемологический и социальный смысл компьютерной революции. Информационное общество.

#### **Содержание учебной дисциплины «Организационно-управленческие основы высшей школы»**

Учебная дисциплина «Организационно-управленческие основы высшей школы» представляет собой одну из дисциплин вариативной части учебного

плана, предназначенных для аспирантов, обучающихся по направлению **04.06.01 Химические науки, профиль «Биоорганическая химия»**

Она выступает основой для знакомства аспирантов с вопросами, связанными с цивилизационными вызовами системе высшего образования и переходу к постиндустриальной парадигме образования, рассматривает новый тип инновационно-ориентированного вуза в условиях глобальной конкуренции.

Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов: качество подготовки преподавательского состава; сущность организационно-управленческой деятельности в вузе; педагогический менеджмент как специфический вид управленческой деятельности, организационно-управленческая деятельность педагога - менеджера, значение менеджмента в профессиограмме преподавателя вуза; особенности организации учебного процесса в высшей школе: управление учебным процессом преподавателем-менеджером с позиции системы педагогических закономерностей, принципов и правил; многомерности подходов к классификации методов обучения, воспитания личности студента; модульное построение содержания дисциплины и рейтинговый контроль; активные и интерактивные формы обучения, их практико-ориентированный развивающий потенциал; интерактивные формы организации самостоятельной работы студентов; проектно-творческая деятельность студентов; исследовательская деятельность студентов; педагогический мониторинг в высшей школе как оценка качества управления учебным процессом преподавателем-менеджером.

Особое внимание уделяется рассмотрению нового типа инновационно-ориентированного вуза в условиях глобальной конкуренции.

### **Вопросы по дисциплине «Организационно-управленческие основы высшей школы»**

**1. Цивилизационные вызовы системе высшего профессионального образования.**

Переход к постиндустриальной парадигме образования. Актуальные проблемы обновления современного образования и пути их решения. Новый тип инновационно ориентированного вуза в условиях глобальной конкуренции.

## **2. Современный вуз как социально-экономическая система.**

Реформа академической и организационно-управленческой структуры вуза. Обновление инфраструктуры, методов и технологий обучения в современном вузе. Совершенствование педагогического процесса. Качество подготовки преподавательского состава.

## **3. Сущность организационно-управленческой деятельности в вузе.**

Управление как целенаправленное воздействие на управляемый объект (образовательную систему) с целью структурно-функционального изменения объекта. Основные этапы управления: целеполагание; прогнозирование; планирование системы управляющих воздействий на систему; воздействие на управляемую систему; оценка и анализ результативности процесса управления.

## **4. Сущность и организационно-управленческие основы педагогического менеджмента.**

Основные направления менеджмента в деятельности преподавателя: управление учебной информацией (совершенствование учебных программ, процесса обучения, знание и применение результатов новейших достижений психолого-педагогической науки в области технологий обучения студентов); организационно-управленческая деятельность коммуникацией студентов на занятиях; управление мониторингом эффективности учебных занятий. Профессионально-личностное саморазвитие преподавателей и студентов.

### **Содержание учебной дисциплины «Современные образовательные технологии в высшей школе»**

Учебная дисциплина «Современные образовательные технологии в высшей школе» представляет собой одну из дисциплин вариативной части учебного плана, предназначенных для аспирантов, обучающихся по направлению **04.06.01 Химические науки**, профиль «**Биоорганическая химия**»

Она направлена на формирование у аспирантов готовности к реализации исследований в области разработки и использования современных образовательных технологий в преподавательской деятельности.

Изучение данной дисциплины формирует у аспирантов представление о требованиях к образовательным результатам в условиях информационного общества, особенностях технологического подхода в сфере образования; умение осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания; выявлять проблемное поле в области преподавательской деятельности; анализировать и выявлять возможности современных образовательных технологий, в целях реализации требований ФГОС; проектировать учебные занятия с применением новых образовательных технологий.

Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов:

Цивилизационные, социальные, педагогические тенденции и тренды в информационном обществе. Ключевые характеристики постиндустриальной парадигмы образования. Персональный образовательный ресурс. Технологический подход и специфика его реализации в сфере образования. Отличительные признаки образовательных технологий. Качественное своеобразие образовательных технологий. Выбор и проектирование образовательных технологий. Технологии обучения. Технологии работы с информацией. Технологии поиска информации. Технологии накопления и систематизации информации. Технологии актуализации потенциала субъектов образовательного процесса. Технологии организации самостоятельной работы студентов. Экспертно-оценочные технологии. Кейс-метод как способ развития профессиональных компетенций. Технология организации самостоятельной работы студентов. Образовательная технология самопрезентации. Образовательная технология Портфолио. Современная лекция в вузе.

Особое внимание уделяется методам анализа, проектирования и конструирования целостного учебного процесса в контексте компетентностного подхода.

## **Вопросы по дисциплине «Современные образовательные технологии в высшей школе»**

### **1. Современная ситуация в образовании.**

Информационный, социальный вызов к системе образования. Непрерывное образование. Изменение образовательных целей. Кризис современного образования.

### **2. Отличительные особенности понятий «метод», «методика», «технология» в образовании.**

Специфика методики преподавания. Отличительные признаки понятия «технология». Ваша позиция в понимании соотношения между технологией и методикой. Примеры известных вам методов, методик и технологий, характер их связей.

### **3. Современные образовательные технологии.**

Инновационные технологии, интерактивные технологии, информационные технологии, коммуникативные технологии, гуманитарные технологии.

### **4. Кейс метод в высшем образовании.**

Структура учебных кейсов, источники кейсов, этапы разработки учебного кейса, организация работы с кейсом на занятии, диагностика достигнутых результатов.

### **5. Технология самопрезентации для профессионального развития.**

Алгоритм подготовки материалов для выступления, средства и способы эффективного изложения информации, преимущества, нюансы и сложности публичного выступления.

## **Содержание дисциплины «Избранные главы биоорганической химии»**

Учебная дисциплина «Избранные главы биоорганической химии» представляет собой одну из дисциплин вариативной части учебного плана, предназначенных для аспирантов, обучающихся по направлению **04.06.01 Химические науки, профиль «Биоорганическая химия»**

Целью изучения дисциплины «Избранные главы биоорганической химии» является формирование основных представлений в области биоорганической химии, касающихся, прежде всего, строения главных групп биомолекул и освоение методов выделения, структурного анализа и способов исследования биологической активности биомолекул.

Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов:

- основы структурного устройства биомолекул: белков и пептидов, нуклеиновых кислот, углеводов, основных групп липидов и низкомолекулярных метаболитов;
- молекулярные основы процессов, протекающих в живых системах;
- химические основы иммунологии;
- биологические мембраны;
- процессы передачи информации в живых системах;
- физико-химические методы исследования биомолекул.

## **Вопросы по дисциплине «Избранные главы биоорганической химии»**

### **Модуль 1. Введение**

Биоорганическая химия. Предмет, объекты изучения и методы исследования. Биополимеры и низкомолекулярные биорегуляторы. Место биоорганической химии среди химических и биологических наук, ее основные задачи.

### **Модуль 2. Аминокислоты, пептиды, белки**

Номенклатура, строение. Генетически кодируемые аминокислоты. Оптическая изомерия  $\alpha$ -аминокислот. Кислотно-основные свойства. Химические свойства: реакции  $\alpha$ -амино- и  $\alpha$ -карбоксильной групп, функциональных групп боковых цепей. Методы синтеза аминокислот.

Природа пептидной связи. Гомодетные и гетеродетные пептиды, депсипептиды. Линейные и циклические пептиды. Ионофоры. Химический синтез пептидов. Методы защиты функциональных групп. Создание пептидной связи: методы смешанных ангидридов, активированных эфиров,

карбодиимидный и карбоксиангидридный методы конденсации. Представление о блочном и ступенчатом синтезе пептидов. Проблема рацемизации. Твердофазный синтез пептидов. Ферментативный синтез и полусинтез пептидов и белков.

Структура и функция биологически активных пептидов. Пептидные гормоны и релизинг-факторы. Нейропептиды. Представление о пептидах, нейротрансмиттерах, нейромодуляторах, коннекторах. Энкефалины и эндорфины. Окситоцин и вазопрессин. Иммуноактивные пептиды. Пептидные токсины и антибиотики. Пептиды как лекарственные средства.

Общая стратегия определения структуры белков. Анализ аминокислотного состава. Определение N- и C-концевых аминокислотных остатков. Фрагментация полипептидной цепи. Ферментативные методы гидролиза. Ограниченный протеолиз. Химические методы расщепления полипептидной цепи по остаткам метионина, триптофана, цистеина и по связям Asn-Gly и Asp-Pro. Последовательная деградация пептидов по методу Эдмана с идентификацией фенилтиогидантоинов и дансиламинокислот. Определение аминокислотной последовательности белка с помощью жидкофазного, твердофазного и газофазного секвенаторов. Анализ расположения сульфгидрильных групп и дисульфидных связей. Использование масс-спектрометрии при определении первичной структуры пептидов. Сложные белки: глико-, липо-, нуклео-, хромо-, фосфо- и металлопротеины.

Задачи, решаемые с помощью химической модификации. Специфическая модификация  $\alpha$ - и  $\epsilon$ -аминогрупп в белках. Модификация остатков гистидина, метионина, тирозина, триптофана, цистеина. Бифункциональные реагенты. Введение флуоресцентных, спиновых и фотоаффинных меток. Методы идентификации модифицированных аминокислотных остатков. Биоспецифическая модификация белков.

Ферментативная посттрансляционная модификация с расщеплением полипептидной цепи. Понятие о сигнальных пептидах и процессинге. Сортировка белков в клетке. Импорт белков в клеточные органеллы.

Ковалентная посттрансляционная модификация  $\alpha$ -амино- и  $\alpha$ -карбоксильных групп, функциональных групп боковых цепей аминокислот (метилирование, гидроксильрование, введение дополнительной карбоксильной группы, фосфорилирование, гликозилирование, ADP-рибозилирование).

Понятие о вторичной, третичной и четвертичной структурах. Электронное строение и конфигурация пептидной связи. Углы  $\phi$ ,  $\psi$ ,  $\omega$ . Карты Рамачандрана. Типы взаимодействий, определяющие пространственную структуру полипептидов. Связь пространственной структуры белка с последовательностью аминокислотных остатков. Роль молекулярных шаперонов.

Вторичная структура пептидов и белков.  $\alpha$ -Спираль, 3-10-спираль, параллельная и антипараллельная  $\beta$ -структуры,  $\beta$ -изгиб, другие типы регулярных структур полипептидной цепи. Круговой дихроизм и дисперсия оптического вращения как методы определения вторичной структуры. Сверхвторичная структура белков. Понятие о доменах. Третичная структура белков. Рентгеноструктурный анализ как метод изучения пространственного строения белков. Ядерный магнитный резонанс как метод исследования конформации пептидов и белков в растворах. Денатурация и ренатурация. Четвертичная структура белков. Примеры субъединичных структур. Методы исследования четвертичной структуры.

Ферменты. Классификация. Представление о биокатализе. Принципы ферментативной кинетики. Ингибиторы и активаторы ферментов. Факторы, влияющие на ферментативную активность. Понятие об активном центре. Фермент-субстратный комплекс. Функциональные группы активных центров ферментов на примере химотрипсина, лизоцима, карбоксипептидазы А. Причины высокой каталитической активности и механизм действия ферментов.

Белки-гормоны. Механизм действия пептидно-белковых гормонов.

Структура и свойства аденилатциклазной системы. Инсулин, гормоны роста. Гликопротеиновые гормоны аденогипофиза.

Белки системы гемостаза. Система свертывания крови. Интегрины. Антикоагулянты и фибринолитики.

Двигательные и структурные белки. Белки мышц и соединительных тканей. Актинмиозиновый комплекс. Тропонины. Белки бактериальной системы подвижности. Флагеллин. Цитоскелетные белки. Коллаген, кератин, фиброин шелка.

Рецепторные белки. Бактериородопсин. Зрительный родопсин. Ацетилхолиновый рецептор постсинаптических мембран.

Транспортные белки. АТФазы. Цитохром С, гемоглобин и миоглобин, сывороточный альбумин.

Белки-токсины микробного и растительного происхождения. Зоотоксины. Нейротоксины как инструменты изучения механизмов нервной проводимости.

### **Модуль 3. Нуклеозиды, нуклеотиды и нуклеиновые кислоты**

Нуклеозиды и нуклеотиды как компоненты нуклеиновых кислот - структура, стереохимия, физические и химические свойства, биосинтез. Минорные компоненты нуклеиновых кислот. Нуклеотиды вне нуклеиновых кислот: аденозинтрифосфат как универсальный аккумулятор энергии в клетке; нуклеозид-2,3-циклофосфаты; биологическая роль аденозин- и гуанозин-3,5-циклофосфата.

Межнуклеотидные и N-гликозидные связи - сходство и различие их свойств в составе ДНК и РНК. Полярность межнуклеотидной связи и полинуклеотидной цепи. Необычная (2'-5') межнуклеотидная связь. Выяснение первичной структуры нуклеиновых кислот. Методы введения радиоактивной метки (изотопы и предшественники; мечение *in vivo*; терминальное и множественное мечение *in vitro* - кинирование, полимеразная достройка, никтрансляция, РНК-лигаза). Метод блуждающего пятна (фингерпринт по Сенгеру). Метод Максама-Гилберта (химическое секвенирование). Метод дидезокситерминаторов Сенгера (ферментативное секвенирование). Анализ РНК (методы анализа через кДНК и прямые методы с использованием ферментативной и химической деградации). Нерadioактивное мечение нуклеиновых кислот. Автоматизация секвенирования.

Рентгеноструктурные исследования ДНК. Положения Чаргаффа. Двойная спираль ДНК по Уотсону и Крику и ее биологическое значение. Комплементарность и взаимная ориентация цепей. Канонические водородносвязанные пары оснований. Стэкинг оснований. Основные типы двойных спиралей (правозакрученные А, В и др., левозакрученная Z). Стереохимические характеристики мономеров в составе различных типов двуцепочечных ДНК (торзионные и двугранные углы, конформации углеводного кольца, конформации относительно гликозидных и 5'-4'-связей). Основные характеристики двойных спиралей - шаг спирали, углы спирального вращения, наклона, крена, пропеллер, смещение пар оснований относительно оси спирали, большая и малая бороздки, изгиб.

Денатурация и ренатурация двойных спиралей. Гипохромия. Гетеродуплексы. Олиго- и полинуклеотидные зонды как инструмент исследования нуклеиновых кислот.

Сверхспирализация ДНК - структурные характеристики и биологическая роль. Особенности структуры ДНК в биологических образованиях (вирусы, прокариотические и эукариотические клетки).

Вторичная структура РНК, структурная консервативность РНК-РНК-спирали. Гибридные дуплексы ДНК-РНК, их биологическая роль. Антисмысловые нуклеиновые кислоты. Третичная структура РНК.

Основные этапы воспроизведения и экспрессии генетической информации - репликация, транскрипция, трансляция. Генетический код - основные характеристики. Механизмы репликации ДНК. Структурный ген - непрерывность и мозаичность (экзон-интронная структура). Перекрывание генов. Регуляция транскрипции (оперон; промотор и предшествующие участки; оператор, репрессор, индуктор; терминация, аттенуация; энхансеры). мРНК у прокариот и эукариот; про-мРНК и ее превращение в зрелую мРНК (сплайсинг, кепирование, полиаденилирование). Основные этапы трансляции и принципы ее регуляции. тРНК и аминоацил-тРНК-синтетазы. Рибосомы - структура и функционирование. Посттрансляционный процессинг пептидов и белков.

Складывание (фолдинг) белков с образованием функционально активной конформации. Обратная транскрипция. РНК как первичный источник генетической информации (РНК-содержащие бактериофаги).

Методы направленной ферментативной деградации нуклеиновых кислот. Классификация нуклеаз. Использование экзо- и эндонуклеаз для секвенирования нуклеиновых кислот. Эндонуклеазы рестрикции, их классы, структурные особенности, биологическая роль и использование для фрагментации и картирования ДНК. Эндонуклеазная активность РНК (рибозимы).

Полимеразная цепная реакция (амплификация *in vitro*) как метод направленного получения фрагментов ДНК. Факторы, влияющие на специфичность ПЦР. Однонаправленная ПЦР. Использование ПЦР для секвенирования ДНК, генетической рекомбинации *in vitro*, идентификации точечных мутаций.

Мутации и мутагенез. Источники мутаций в клетке. Мутагенез как инструмент исследования компонентов клетки и оптимизации клеточных процессов. Случайный мутагенез. Сайт-направленный мутагенез. Наследственные заболевания. Методы анализа мутаций в клетке. Генная терапия.

Искусственный синтез нуклеиновых кислот. Основные подходы к химическому замыканию межнуклеотидной связи (фосфодиэфирный, фосфотриэфирный, амидофосфитный, гидрофосфонатный методы). Синтез на полимерном носителе. Цикличность синтеза полимеров как основа для автоматизации. Выделение, очистка и идентификация синтетических олиго- и полинуклеотидов. Полимеразы и лигазы как инструменты искусственного синтеза нуклеиновых кислот. Комбинации химических и ферментативных методов (включая полимеразную цепную реакцию) в синтезе генетических детерминант.

Генетическая инженерия (получение рекомбинантных ДНК *in vitro*). Эндонуклеазы рестрикции и ДНК-лигаза как основные инструменты генетической инженерии. Использование полимеразной цепной реакции для получения фрагментов ДНК и их сочленения. Молекулярное клонирование.

Векторы (плазмиды, фаги, фазмиды, космиды, искусственная дрожжевая хромосома (YAC); вирусы животных; челночные векторы). Конструирование библиотек генов (клонотек) и их анализ. Экспрессия генов в искусственных генетических конструкциях. Принципы оптимизации транскрипции и трансляции. Химерные белки. Двусторонние системы трансляции (сопряженная трансляция). Выделение рекомбинантных белков. Белковая инженерия. Генноинженерный синтез функционально активных РНК. Рибозимы - структура, функция, применение в генной терапии.

#### **Модуль 4. Углеводы и гликоконъюгаты**

Определение и номенклатура. Альдозы и кетозы. Линейные и циклические формы моносахаридов. Стереохимия и конформация моносахаридов. Аномерный центр: его стереохимия, особые свойства гидроксильной группы.

Определение и номенклатура. Химический синтез олигосахаридов. Методы изучения строения олигосахаридов: химические, физико-химические, энзиматические. Растительные олигосахариды: сахароза. Олигосахариды животного происхождения: олигосахариды молока.

Определение и номенклатура. Методы изучения строения полисахаридов: химические, физико-химические, энзиматические. Растительные полисахариды: целлюлоза, крахмал (амилоза, амилопектин). Полисахариды животного происхождения: гликоген, хитин, гликозаминогликаны, гепарин. Биологические функции полисахаридов. Липополисахариды бактерий.

Гликопротеины и протеогликианы: строение углеводных цепей и их биологические функции. Биосинтез N-цепей гликопротеинов. Углеводные цепи гликофорина, IgG, овальбумина,  $\alpha$ 1-кислого гликопротеина, муцинов. Макро- и микрогетерогенность. Рекомбинантные гликопротеины.

Гликозидазы и гликозилтрансферазы. Их использование в изучении структуры и функции углеводов и гликоконъюгатов. Экзо- и эндогликозидазы.

Лектины клеток животных: рецептор гепатоцитов, селектины, коллектины; функции лектинов.

## **Модуль 5. Липиды**

Строение и классификация липидов. Физико-химические свойства, роль в живом организме. Методы исследования липидов.

Нейтральные липиды. Углеводороды, воски, триглицериды. Жиры. Функции в организме. Жиры и другие липиды в промышленности.

Холестерин, его особая роль в организме. Липопротеины крови, их функции. Стерины микроорганизмов и растений.

Жирные кислоты. Насыщенные и ненасыщенные кислоты, их биосинтез, биологическая роль; незаменимые жирные кислоты. Простагландины и родственные вещества; каскад полиненасыщенных жирных кислот.

Фосфолипиды. Основные и минорные фосфолипиды, их биосинтез и биологическая роль. Фосфолипазы.

Гликолипиды: гликозилдиглицериды, цереброзиды, ганглиозиды. Биосинтез, функции в организме. Ганглиозиды как рецепторы. Углеводные цепи гликофинголипидов.

Липиды - клеточные биорегуляторы и лекарственные вещества. Фактор активации тромбоцитов. Липиды - вторичные передатчики. Липидные соединения с противоопухолевой и др. физиологической активностью.

Методы синтеза липидов. Полный и частичный химический синтез, ферментативные методы. Модифицирование природных липидов с целью получения веществ, несущих метку (радиоактивную, спиновую, флуоресцентную и др.). Синтез липидов не природного строения.

## **Модуль 6. Биологические мембраны**

Модели и основные типы мембран. Методы изучения мембран: спектральные, микроскопические, ферментативные, химические и др. Компоненты мембран, их роль и взаимозависимость.

Мембранные белки - периферические и интегральные. Родопсины, мембранные ферменты - АТФазы, цитохром Р-450. Липид-белковые взаимодействия. Реконструкция активных мембранных систем.

Мембранный транспорт. Пассивный транспорт; диффузия воды, ионов и низкомолекулярных веществ. Ионифоры и каналобразователи. Активный транспорт, транспортные АТФазы.

Особенности мембран различных клеток (кожи, нервных и др.) и субклеточных структур (митохондрий, ядер и др.). Мембраны растительных клеток; бактериальная стенка. Межклеточные контакты.

Возбудимые и синаптические мембраны. Медиаторы. Нейротоксины - ингибиторы проведения нервного импульса.

Рецепция. Взаимодействие лиганд-рецептор, передача сигнала в клетку. Аденилатциклазная система, фосфоинозитидный цикл. Холинорецепторы. Рецепторы иммунной системы. Запах и вкус.

Искусственные мембранные системы. Мономолекулярные слои; плоские бислойные мембраны, их получение и методы исследования. Метод "patch clamp".

Липосомы (везикулы) методы их получения и исследования. Включение (встраивание) в липосомы белков. Практическое применение липосом - доставка лекарств, искусственные вакцины и др.

### **Модуль 7. Порфирины и хромопротеиды**

Порфирины. Химическая структура порфиринов. Изомерия в ряду порфиринов. Восстановленные формы порфиринов: хлорины, порфодиметены, порфометен. Физико-химические свойства порфиринов, металлопорфиринов. Спектры порфиринов. Методы выделения и разделения порфиринов. Синтез порфиринов: а) из монопирролов, б) из дипиррилметенов, в) из тетрапиррольных соединений через билены *b*, биладиены *ac*, оксобиланы *a* и *b*. Отдельные представители порфиринов: этиопорфирин, протопорфирин, мезопорфирин, дейтеропорфирин, гематопорфирин, уропорфирин, копропорфирин. Биосинтез.

Хромопротеиды: гемоглобин, миоглобин, цитохромы *a*, *b*, *c*. Структура, характер связей белка с металлопорфиринами. Биологические функции гемоглобина и цитохромов. Хлорофилл и хлорофилл-содержащие белки в фотосистемах I и II. Трансформация световой энергии в химическую в

фотосинтетическом аппарате. Фотоиндуцированный перенос энергии и электрона.

### **Модуль 8. Химические основы иммунологии**

Иммунокомпетентные клетки: происхождение, типы, роль в иммунитете. Лимфоциты: популяции и субпопуляции. Вспомогательные клетки. Роль тимуса в обучении Т-лимфоцитов. Антигены и антигенные детерминанты.

Иммуноглобулины: классификация, структура, функции и свойства различных классов антител. Структурные основы взаимодействия антигенов с антителами. Гены иммуноглобулинов и биосинтез антител. Клональная теория образования антител. Гибридомы и моноклональные антитела. Генетическая инженерия антител: понятие об одноцепочечных антителах, химерных и замещенных (reshaped) антителах, абзимах.

Главный комплекс гистосовместимости: роль в иммунном ответе, строение. Антигены гистосовместимости I и II классов: строение и функции. Процессирование и представление антигенов CD4+ и CD8+ лимфоцитам. Антиген-распознающие рецепторные комплексы лимфоцитов: компоненты и их роль, структура, специфичность, гены. Вспомогательные молекулы: CD4, CD8, ICAM-1, LFA-1 - роль в активации лимфоцитов и структура.

Цитокины: регуляторы природного иммунитета (Ifn- $\alpha$ , TNF- $\alpha$ , IL1, IL6, IL8), регуляторы активации, роста и дифференцировки лимфоцитов (IL2, IL4, TGF- $\beta$ ), регуляторы воспалительных реакций (Ifn- $\gamma$ , IL5, IL12), кроветворные факторы (IL3, GM-CSF, IL7). Рецепторы цитокинов. Система комплемента: компоненты, механизмы активации и лизиса клеток.

### **Модуль 9. Низкомолекулярные биорегуляторы**

Группа алкалоидов опиоя. Понятие об опиатных рецепторах и их эндогенных лигандах. Морфин, кодеин, папаверин. Героин, аналоги морфина (соединение Бентли), налорфин. Рецепторы морфиновых алкалоидов и их природные лиганды: эндорфины, энкефалины и др. Синтетические анальгетики.

Тропановые алкалоиды группы кокаина и атропина. м-Холиноблокаторы. Обезболивающие и снотворные лекарственные препараты. Наркотики и

галлюциногены. Психотропные средства фенотиазиновой группы. Транквилизаторы бензодиазепинового ряда и природные лиганды их рецепторов.

$\beta$ -Карболиновые алкалоиды. Группы никотина и тубокурарина. Синтетические миорелаксанты.

Группа эфедрина. Адренергические синапсы и природные адреномиметики. Дофамин, адреналин, норадреналин, синтетические адреноблокаторы, лечение ишемической болезни.

Хинные алкалоиды, строение и стереохимия. Проблема лечения малярии. Синтетические противомаларийные средства. Артемизинин и другие препараты группы гингхаосу.

Хинидин и алкалоиды группы Раувольфии (резерпин и аймалин). Природные и синтетические средства против аритмии.

Индольные алкалоиды других типов: стрихнин и бруцин, физостигмин и другие м-холиномиметики. Пилокарпин и его синтез. Противоопухолевые алкалоиды из барвинка розового - винбластин и винкристин.

Алкалоиды пуринового ряда. Другие стимуляторы сердечной активности. Алкалоиды из безвременника осеннего - колхицин и колхамин - и их использование в селекции растений.

Пенициллины, цефалоспорины и родственные антибиотики: клавулановая и оливановая кислоты, тиенамицин и аспареномицины, монобактамы. Особенности их строения и связь между структурой и активностью в этом ряду соединений. Представление о механизме биосинтеза бактериальной клеточной стенки и механизме действия пенициллинов. Представление о механизмах резистентности бактерий к пенициллинам.

Тетрациклины - структура и механизм антимикробного действия. Основные этапы полного синтеза тетрациклина. Механизм биосинтеза тетрациклиновых антибиотиков и их влияние на биосинтез белка.

Антибиотики как инструменты изучения биосинтеза белка: основные этапы этого биосинтеза и связанные с ними антибиотики. Стрептомицин и другие аминогликозидные антибиотики. Пурамицин и механизм

"пуромициновой реакции". Эритромицин и другие макролидные антибиотики. Хлорамфеникол и его аналоги. Полный синтез хлорамфеникола.

Представление о биосинтезе нуклеиновых кислот и влияющих на него антибиотиках. Актиномицин D, антрациклины, оливо- и хромомицины и ансамакролиды. Их интеркаляция при ДНК-зависимом биосинтезе РНК. Блеомицины, стрептонигрин и митомицины - цитотоксические реагенты, вызывающие разрывы и сшивки в цепях ДНК. Нуклеозидные антибиотики и синтетические производные нуклеозидов - ингибиторы вируса герпеса и ВИЧ.

Антибиотики - инструменты изучения ионного транспорта через мембраны. Образование ионных каналов в мембранах (грамицидины, циклодепептиды, макротетролиды). Полиеновые макролиды, основные черты строения и образование пор в липидных бислоях с участием стероидов. Другие противогрибковые антибиотики.

История открытия витаминов и их роль в функционировании организмов человека и животных. Водорастворимые и жирорастворимые витамины. Витамины и коферменты.

Витамин А. Строение, биологическая роль и изомеризация в процессе функционирования. Каротиноиды. Ретиноевая кислота и ее биологическая роль.

Витамин В<sub>1</sub>, тиаминмонофосфат и кокарбоксилаза; их роль в декарбоксилировании α-кетокислот, и лечение болезни бери-бери.

Витамин В<sub>2</sub> (рибофлавин) и флавиновые коферменты, участие в системах оксидаз и дегидрогеназ.

Витамин В<sub>3</sub> (пантотеновая кислота), кофермент А и его биосинтетическая роль. Витамин В<sub>5</sub> (ниацин) и ниацинамид, его коферменты (NAD и NADP) и их роль в составе оксидоредуктаз; биосинтез ниацина.

Витамин В<sub>6</sub> (адермин), его формы - пиридоксин, пиридоксаль и пиридоксамин, и коферменты - пиридоксаль-5'-фосфат и пиридоксамин-5'-фосфат; участие в процессах биосинтеза аминокислот и липидов.

Витамин В<sub>9</sub> (фолиевая кислота), его конъюгаты с глутаминовой кислотой и тетрагидрофолиевая кислота. Их роль в переносе одноуглеродных радикалов.

Лечение анемий и лучевой болезни. Антагонисты фолиевой кислоты (аминоптерин и метотрексат) для лечения лейкозов и лейкозиев. Компонент фолиевой кислоты - п-аминобензойная кислота как витамин для микробов. История открытия и применение сульфамидных препаратов как первых химиотерапевтических средств для борьбы с инфекционными заболеваниями.

Витамин В12 (оксикобаламин) и его кофермент - кобамамид, их биологическая роль и применение для борьбы с заболеваниями кроветворной системы. Близость планарных систем коррина и порфина.

Витамин С (аскорбиновая кислота): строение, реакционная способность, таутомерия и биологическая роль. Методы промышленного получения.

Витамины D и их провитамины. Механизм биосинтеза. Действующие гидроксилированные формы. Биологическая роль.

Витамины E (токоферолы) и последствия E-авитаминоза. Витамин H (биотин) и "активный карбоксил". Витамины K и нормализация свертывания крови.

Витамины Q (убихиноны) в регуляции транспорта электронов и окислительного фосфорилирования.

Терпены и терпеноиды. Номенклатура и классификация. Представление об основных путях биосинтеза природных соединений. Поликетидный путь и биосинтез мевалонолактона. Изопентенилпирофосфат и биосинтез терпенов. Монотерпены (камфора, ментол, гераниол и др.) и их использование в медицине и парфюмерной промышленности. Сесквитерпены и сесквитерпеновые лактоны. Отдельные представители с выраженной антигельминтной, противоязвенной, противовоспалительной, антипротозойной и противоопухолевой активностью (сантонин, артемизинин, вернолепин и др.) и их применение в медицине. Дитерпены, наиболее характерные представители: фитол, абиетиновая кислота, азодирахтин, дитерпеновые алкалоиды (аконитин, атизин, лаппаконитин). Сквален и тритерпеновые сапонины, глицерризиновая кислота. Тетратерпены и провитамины A. Политерпены.

Стероиды. Стероиды как тетрациклические тритерпены. Биосинтез из сквалена. Холестерин и растительные стероиды: структура и биологическая функция. Сложные эфиры холестерина, липопротеины высокой и низкой плотности, клиническая роль при атеросклерозе, отложении желчных камней. Полный синтез холестерина. Полигидроксилированные стероиды - зоо- и фитостероиды, гормоны линьки насекомых и их природные аналоги (экдизоны).

Желчные кислоты. Биосинтез в печени и биологическая роль. Использование в биохимии и биоорганической химии.

Прогестерон: биосинтез и биологическая роль при овариально-менструальном цикле. Синтетические аналоги и контрацептивы.

Половые гормоны: эстрогены и андрогены. Биосинтез и биологическая роль. Особенности структуры и биологической активности эстрогенов (эстрон, эстриол и эстрадиол), связь с активностью фолиевой кислоты и прогестерона. Полный синтез эстрона по Торгову. Синтетические андрогенные препараты, анаболики.

Гормоны коры надпочечников: глюкокортикоиды и минералокортикоиды. Биосинтез основных представителей и биологическое значение. Синтетические аналоги и ингибиторы.

Сердечные гликозиды, стероидные сапонины и алкалоиды. Структура основных представителей и биологическое значение.

Особенности рецепции стероидных гормонов.

Нейрохимия. Нейромедиаторы и гормоны, производные аминокислот и пептидов. Строение и функциональная роль. Представление о передаче нервного импульса. Вторичные мессенджеры.

Феромоны и половые аттрактанты насекомых. Исторический очерк. Биологическая роль и применение. Примеры феромонов чешуекрылых. Некоторые пути синтеза. Бомбикол. Ювенильные гормоны насекомых и их роль в онтогенезе.

Представление о пестицидах. Исторический очерк. Инсектициды. ДДТ, гексахлоран, линдан и гептахлор. Фосфорорганические инсектициды. Карбаматы. Пиретроиды.

Фитогормоны и другие регуляторы развития растений, фунгициды.

Основные фитогормоны: индолилуксусная кислота и ее природные аналоги, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен, брассины и олигосахарины. Особенности их строения и сбалансированного действия на физиологию растений. Другие природные регуляторы развития растений, фитоалексины.

Гербициды регуляторного типа, воздействующие на гормональные функции индолилуксусной кислоты. 2,4,5-Т и проблема суперэкоотоксикантов ряда диоксина. Гербициды, подавляющие биосинтез гиббереллинов и воздействующие на уровень этилена. Гербициды цитокининоподобного действия и ингибиторы биосинтеза каротиноидов и хлорофилла. Гербициды - ингибиторы фотосинтеза.

Фунгициды. Препараты контактного и системного действия. Производные дитиокарбаминовой кислоты, триадименол, тилт, имазалил, ридомил. Стратегия применения.

Токсины земноводных и рыб. Токсины высших растений и насекомых. Микотоксины. Токсины сине-зеленых водорослей. Использование токсинов в биоорганической химии и нейрофизиологии.

### **Модуль 10. Физико-химические методы выделения и исследования биополимеров и биорегуляторов**

Основные методические приёмы, используемые в процессе выделения биомолекул. Способы разрушения тканей и клеток, высаливание, диализ, ультрафильтрация, лиофилизация. Свойства биомолекул, определяющие методы их разделения. Седиментационные методы. Основные понятия теории центрифугирования. Выбор метода и способа центрифугирования для решения конкретной экспериментальной задачи. Экстракция как метод выделения.

Коэффициент распределения. Экстракция органическими растворителями и детергентами.

Электрофоретические методы. Свойства биомолекул, определяющие их разделение методами электрофореза. Электрофорез в гелях. Электрофорез в присутствии ДДС-Na. Изоэлектрическое фокусирование. Двумерный электрофорез. Высоковольтный электрофорез.

Теоретические основы хроматографии. Пути оптимизации хроматографического процесса. Особенности высокоэффективной жидкостной хроматографии. Основные хроматографические методы и области их применения. Адсорбционная хроматография. Распределительная хроматография. Обратнофазная хроматография. Ионообменная хроматография. Хроматофокусирование. Гель-проникающая хроматография. Биоспецифичная хроматография. Использование методов электрофореза и хроматографии для анализа чистоты полученных препаратов.

Масс-спектрометрия. Принципиальная блок-схема масс-спектрометра, его назначение и основные характеристики. Способы введения исследуемого образца в масс-спектрометр. Методы ионизации, применяемые в масс-спектрометрии: электронный удар, электронный захват, фотоионизация, ионизация полем, химическая ионизация. Методы ионизации в конденсируемой фазе: полевая десорбция, лазерная десорбция, электрораспыление, ионизация продуктами деления  $^{235}\text{Cf}$ , вторичная ионная эмиссия, бомбардировка быстрыми атомами. Магнитные, времяпролетные, квадрупольные масс-спектрометры. Ионные ловушки и ион-циклотронный резонанс. Двойная фокусировка. Тандемные масс-спектрометры. Детекция ионов. Обработка и способы представления результатов измерений. Применение масс-спектрометрии в исследовании аминокислот, пептидов и белков, липидов, углеводов, терпеноидов, стероидов и других низкомолекулярных природных соединений.

Оптическая спектроскопия. Характерные области поглощения белковых хромофоров. Молярный коэффициент поглощения. Типы электронных переходов, встречающиеся в природных соединениях. Природа ДОВ и КД,

принципиальная схема дихрографа. Молярная эллиптичность. Понятие хиральности. Применение спектроскопии КД для исследования структуры полипептидов и белков. Люминесценция: флуоресценция и фосфоресценция. Квантовый выход и метод его определения. Флуоресценция ароматических аминокислот. Анизотропия флуоресценции. Уравнение Перрена, его применение в исследовании микровязкости мембран с помощью флуоресцентных зондов. Тушение флуоресценции. Уравнение Штерна-Фольмера, его применение в исследовании белков и биомембран. Фурье ИК спектроскопия и КР спектроскопия (физические основы методов). Основные амидные колебания. Анализ структуры пептидов и белков по ИК и КР спектрам в области основных амидных колебаний.

Рентгеноструктурный анализ биополимеров. Физические основы метода рентгеноструктурного анализа. Природа, свойства, получение рентгеновских лучей. Кристаллическая решетка. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке. Условия Вульфа-Брегга и Лауэ. Методы решения фазовой проблемы в рентгеновской кристаллографии. Преобразование Фурье. Методы измерения интенсивности дифракционных отражений.

Электронная микроскопия. Основные методы визуализации биологических объектов в электронной микроскопии. Интерпретация изображений. Изучение пространственной структуры белков методами электронной микроскопии двумерных кристаллов. Методы обработки электронно-микроскопических изображений неперiodических объектов. Электронная микроскопия нуклеиновых кислот.

Спектроскопия ЭПР. Способы введения стабильных иминоксильных радикалов (спиновых меток) в биомолекулы. Исследование пространственной структуры и динамики биомолекул методом спиновых меток. Исследование межмолекулярных взаимодействий методом спиновых меток.

Спектроскопия ЯМР. Основные параметры спектров ЯМР и их связь с химической и пространственной структурой биомолекул. Двумерная спектроскопия ЯМР, основные двумерные эксперименты COSY, TOCSY,

NOESY. Схема отнесения сигналов в двумерных спектрах  $^1\text{H}$ -ЯМР полипептидов. Расчет пространственной структуры полипептидов. Проявление динамических процессов в спектрах ЯМР. Химический (конформационный) обмен и его регистрация в спектрах ЯМР. Релаксация ядерной намагниченности. Времена релаксации, функция спектральной плотности.

### **Содержание дисциплины «Молекулярная фармакология»**

Учебная дисциплина «**Молекулярная фармакология**» представляет собой одну из дисциплин вариативной части учебного плана, предназначенных для аспирантов, обучающихся по направлению **04.06.01 Химические науки**, профиль «**Биоорганическая химия**»

**Изучение дисциплины «Молекулярная фармакология»** дает возможность сформировать у аспирантов представление о наиболее актуальном направлении исследований в современной биоорганической химии, связанном с поиском и разработкой новых лекарственных средств на основе природных соединений. Дисциплина знакомит с методами исследования фармакологической активности и механизма действия лекарственных веществ. Аспирант приобретает современные знания о тех группах лекарственных соединений, которые были созданы преимущественно на основе изучения природных соединений, а именно: 1) противоопухолевых лекарствах; 2) противовирусных препаратах; 3) препаратах, действующих на сердечно-сосудистую систему; 4) анальгетиках и анестетиках; 5) иммуномодуляторах; 6) антидотах и детоксикантах. Аспирант получает представления о способах оценки фармакологических свойств лекарственных веществ, областях их клинического применения и возможных побочных эффектах.

### **Вопросы по дисциплине «Молекулярная фармакология»**

#### **Модуль 1. История и этапы развития молекулярной фармакологии**

Предмет молекулярной фармакологии, ее связь с классической фармакологией. Общая и частная фармакология. Лекарства. Роль природных

соединений в фармакологии. Гиппократ и медицина Древней Греции. Клавдий Гален и появление галеновых препаратов. Применение природных соединений в арабском мире. Абу ибн Сина. Пауль Эрлих и появление современных лекарств. Клеточная теория. Открытие витаминов. Открытие гормонов и нейротрансмиттеров. Трансформация химии природных соединений в биоорганическую химию. Установление биологических функций основных групп биомолекул. Типы молекулярных мишеней, основные классы макромолекул, выступающие в качестве молекулярных мишеней. Роль нуклеиновых кислот в передаче наследуемых свойств. Роль полисахаридов и пептидогликанов в качестве компонентов клеточных стенок микроорганизмов. Эйкозаноиды и их роль в регуляции физиологических процессов. Развитие современной фармацевтики и появление молекулярной фармакологии.

## **Модуль 2. Поиск лидерных соединений. Методы биотестирования и моделирования**

Основные методы поиска лидерных соединений: скрининг библиотек синтетических веществ и поиск природных соединений с получением наборов их производных и аналогов. Роль органического синтеза в получении библиотек соединений. Направленный асимметрический синтез природных соединений. Биотехнологические подходы к созданию библиотек соединений. Основные источники природных веществ и их изученность. Экспедиционные исследования. Методы биотестирования *in vitro*. Биотестирование *in vivo*. Лабораторные животные и виварии. Модельные заболевания лабораторных животных. Испытания *in vivo* с помощью магнитно-резонансной томографии. Биоспытания *in silico*. Молекулярное моделирование. Моделирование трехмерной структуры белка-мишени. Поиск лидерных соединений. Оптимизация структуры и моделирование специфичности и фармакокинетических свойств.

## **Модуль 3. Молекулярные мишени и механизмы действия лекарств**

Примеры ферментов – молекулярных мишеней: мембранные ферменты, ферменты биосинтеза ДНК, протеинкиназы. Конкурентное и неконкурентное

ингибирование. Эффекторы аллостерических ферментов. Первичные и вторичные мессенджеры. Типы рецепторов. Примеры лигандов рецепторов. Агонисты и антагонисты. Типы ионных каналов. Ионные каналы сердечной мышцы. Потенциал действия и кардиограмма. Белки цитоскелета как молекулярные мишени лекарств. Рибосомы как молекулярные мишени лекарств.

Типы антибиотиков и их молекулярные механизмы действия. Рибосомы как молекулярные мишени. Антибиотикоустойчивость микроорганизмов. Проблемы изыскания новых антимикробных соединений. Кворум сенсинг и другие особенности развития микробных инфекций.

Противоопухолевые соединения. Клеточный цикл и контроль за ростом и развитием клеток. Распространение опухолевых заболеваний. Гормон-зависимые опухоли. Основные этапы канцерогенеза. Множественная лекарственная устойчивость. Апоптоз, его индукция и регулирование.

Противоопухолевые нуклеозиды. Арабиноцитозин. Противоопухолевые агенты, действующие на белки цитоскелета. Таксол и его аналоги. Винкаалкалоиды. Противоопухолевые антибиотики. Рубомицин. Противоопухолевые лекарства морского происхождения. Противоопухолевые агенты, вызывающие гибель клеток стимуляцией образования активных форм кислорода. Активаторы апоптоза опухолевых клеток. Стимуляторы противоопухолевого иммунитета. Канцерпревентивные агенты. Антиоксиданты.

Противовоспалительные лекарства. Роль фосфолипазы A2 как молекулярной мишени. Циклооксигеназы как молекулярные мишени. Аспирин и другие нестероидные противовоспалительные лекарства. Стероидные противовоспалительные лекарства. Периферическая и центральная нервная системы. Молекулярные механизмы передачи нервного импульса. Фармакологическая коррекция активности периферической нервной системы. Кураре-алкалоиды и лекарственные препараты на их основе. Пахикарпин как ганглиоблокатор. Тропановые алкалоиды и созданные на их основе лекарственные препараты – анестетики.

Фармакологическая коррекция активности центральной нервной системы. Алкалоиды опийного мака. Морфин и созданные на его основе анальгетики, взаимодействующие с опиоидными рецепторами. Эфедрин и его аналоги как стимуляторы ЦНС. Конотоксины - природные модели для создания новых лекарств. Новый анальгетический лекарственный препарат «приалт» (зиконотид).

Противовирусные соединения. Вирусы и вирусное поражение. Типы вирусов. Вирус иммунодефицита человека и СПИД. Основные фармакологические мишени, используемые при поиске противовирусных соединений: обратная транскриптаза (ревертаза), вирусная интеграза. Природные соединения с противовирусным действием. Противовирусные нуклеозиды. История открытия. Азидотимидин. Ацикловир. Противовирусные белки. Интерфероны эндогенного происхождения и получаемые генно-инженерным путем. Противовирусные препараты растительного происхождения. Альпизарин. Ингибирование прикрепления вируса к клетке. Сульфатированные полисахариды. Проблемы создания новых противовирусных лекарств.

Иммуномодулирующие препараты и механизмы их действия.

Препараты кардиологической направленности. Механизмы вазодилатации: блокирование кальциевых каналов, повышение уровня цикло-АМФ и активности протеинкиназы, ц-ГМФ-зависимые механизмы через стимуляцию протеинкиназы С, ингибирование рецептора ангиотензина-2 и другие. Альфа- и бета-блокаторы. Препараты на основе алкалоидов группы резерпина. Препараты серии «Гистохром» для реабилитации инфаркта миокарда и рассасывания гемифталмов. Препараты, влияющие на биосинтез оксида азота.

#### **Модуль 4. Молекулярная диагностика**

История молекулярной диагностики. Уринотерапия. Габриэль Андраль и первые анализы крови. Иммуноферментный анализ на присутствие специфических антител. Опухолевые клетки и их биохимические отличия от нормальных клеток. Открытие опухолевых маркеров. Белок Бенс-Джонса, альфа-фетопротеин, простат-специфический антиген (ПСА) и другие опухолевые

маркеры. Молекулярные маркеры сердечно-сосудистых заболеваний: активаторы плазмалогена, С-реактивный белок и др. Маркеры инфекционных заболеваний. Лектин-ферментный анализ. Полимеразная цепная реакция (Кери Муллис, 1983 г) и ее роль в современной молекулярной диагностике. Фармакогеномика. Диагностика методами метаболомики.

### **Модуль 5. Наследственные заболевания и генная терапия**

Заболевания, связанные с повреждениями генетического аппарата клеток. Ингибирование м-РНК с помощью ми-РНК. Введение в ДНК генов, активирующих лекарственный препарат. Вставка генов, программирующих гибель клеток. Введение генов, изменяющих антигены, чтобы сделать животных более похожими по клеточным характеристикам на человека и использовать их органы для трансплантации. Вставка генов, поврежденных у конкретного пациента.

### **Содержание дисциплины «Основы компьютерного моделирования»**

Учебная дисциплина **«Основы компьютерного моделирования»** представляет собой одну из дисциплин вариативной части учебного плана, предназначенных для аспирантов, обучающихся по направлению **04.06.01 Химические науки**, профиль **«Биоорганическая химия»**

Дисциплина «Основы компьютерного моделирования» позволяет аспирантам освоить современные компьютерные технологии и применять их для решения актуальных задач биоорганической химии. В процессе освоения дисциплины аспиранты научатся моделировать и анализировать пространственные структуры всех классов соединений с использованием компьютера и программ по молекулярному моделированию; работать с наиболее популярными базами данных, пакетами программ по молекулярному моделированию и молекулярной динамике; анализировать результаты моделирования для предсказания потенциальной биологической активности химических веществ и других задач.

## **Вопросы по дисциплине «Основы компьютерного моделирования»**

### **Модуль 1. Основы компьютерного моделирования биомолекул**

Применение компьютерных технологий в биоорганической химии и биотехнологии. Основы представления структуры биомолекул на компьютере и история визуализации молекул. Современные базы данных по структуре биомолекул.

### **Модуль 2. Особенности моделирования структуры белков**

Особенности структуры и классификации белков. Базы данных по 3D-структуре белков. Предсказание пространственной структуры белка по аминокислотной последовательности методом сравнительного моделирования. Современные интернет-серверы для моделирования 3D-структуры белков. Оптимизация 3D-структуры биомолекул методом молекулярной динамики.

### **Модуль 3. Изучение 3D-структуры комплексов биомолекул и применение моделирования для решения задач биотехнологии**

Моделирование комплексов белок-лиганд и белок-белок. Молекулярный докинг с «жестким» и «подвижным» лигандом. Молекулярный докинг для поиска ингибиторов вирусных белков. Моделирование олигомерных белковых комплексов. Молекулярный докинг для поиска ингибиторов ионных каналов.

## **III. Перечень вопросов**

государственного экзамена по образовательной программе высшего образования  
– программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по  
направлению подготовки

04.06.01 Химические науки  
шифр и название направления

Биоорганическая химия  
название профиля

1. Биоорганическая химия. Основные задачи, объекты изучения и методы исследования. Место биоорганической химии среди химических и биологических наук.

2. Аминокислоты, номенклатура, строение. Кислотно-основные

свойства. Реакции  $\alpha$ -амино- и  $\alpha$ -карбоксильной групп аминокислот.

3. Пептиды. Природа пептидной связи, варианты структуры. Биологически активные пептиды: структура и функции.

4. Химический синтез пептидов: способы защиты функциональных групп, создание пептидной связи. Твердофазный синтез пептидов.

5. Уровни организации белковых молекул. Первичная структура белков. Стратегия установления аминокислотной последовательности.

6. Определение аминокислотного состава. Аминокислотный анализатор. Установление N- и C-концевых аминокислот.

7. Методы фрагментации полипептидной цепи: ферментативные и химические. Деграция пептидов по методу Эдмана. Секвенатор.

8. Использование масс-спектрометрии при установлении первичной структуры пептидов.

9. Химическая модификация белков. Групп-специфические реагенты. Введение флуоресцентных, спиновых и фотоаффинных меток.

10. Посттрансляционная модификация белков.

11. Вторичная структура белка. Типы спиралей и  $\beta$ -листов, неупорядоченная структура.

12. Спектральные методы определения вторичной структуры белков. Понятие о доменах.

13. Рентгеноструктурный анализ как метод изучения пространственной структуры белков.

14. Третичная и четвертичная структура белка. Типы взаимодействий, стабилизирующих эти структуры. Денатурация и ренатурация.

15. Биологическая роль белков. Ферменты как биокатализаторы.

16. Классификация ферментов. Принципы ферментативной кинетики. Ингибиторы, активаторы. Активный центр ферментов.

17. Причины высокой каталитической активности ферментов. Механизм действия.

18. Примеры биологически активных белков, белки-гормоны, белки

системы гомеостаза, двигательные белки, транспортные, белки-токсины и др.

19. Нуклеозиды и нуклеотиды как компоненты нуклеиновых кислот: структура, стереохимия, физические и химические свойства, биосинтез.

20. Нуклеиновые кислоты как носители биологической информации. Структура, основные химические свойства, локализация в клетке.

21. Методы установления первичной структуры нуклеиновых кислот.

22. Вторичная структура нуклеиновых кислот. Двойная спираль ДНК и ее биологическое значение. Принцип комплементарности. Основные характеристики двойных спиралей.

23. Тепловая денатурация нуклеиновых кислот. Температура плавления ДНК.

24. Общность и отличия ДНК и РНК.

25. Различные типы РНК. Их локализация и молекулярные различия. Транспортная роль РНК.

26. Вторичная и третичная структура РНК.

27. Основные этапы воспроизведения и экспрессии генетической информации - репликация, транскрипция, трансляция. Генетический код, основные характеристики.

28. Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Использование ПЦР для секвенирования ДНК, генетической рекомбинации *in vitro*, идентификации точечных мутаций.

29. Мутации и мутагенез. Случайный и сайт-направленный мутагенез. Наследственные заболевания.

30. Генетическая инженерия - получение рекомбинантных ДНК *in vitro*. Основные инструменты генетической инженерии. Конструирование библиотек генов и их анализ.

31. Экспрессия генов в искусственных генетических конструкциях. Рекомбинантные белки.

32. Моно-, олиго- и полисахариды. Структура, свойства и биологическая роль моносахаридов.

33. Олигосахариды. Методы изучения строения олигосахаридов. Химический синтез. Природные олигосахариды.

34. Строение и свойства природных полисахаридов: целлюлозы, крахмала, хитина. Методы установления строения полисахаридов.

35. Ферменты углеводного метаболизма: гликозидазы и гликозилтрансферазы. Их использование в изучении структуры и функции углеводов и гликоконъюгатов.

36. Лектины: свойства и функции.

37. Строение и классификация липидов. Физико-химические свойства, роль в живом организме. Методы исследования липидов.

38. Главные жирные кислоты - классификация, структура, распространение в природе, биологическая роль, прикладное значение.

39. Нейтральные липиды и их биологическое значение, фосфо- и сфинголипиды.

40. Молекулярная организация биологических мембран, модели и основные типы мембран. Методы изучения мембран. Мембранные белки Мембранный транспорт.

41. Искусственные мембранные системы. Липосомы, методы их получения и исследования.

42. Химическая структура порфиринов. Спектры порфиринов. Методы выделения и разделения порфиринов. Отдельные представители порфиринов.

43. Иммунокомпетентные клетки: происхождение, типы, роль в иммунитете.

44. Антигены и антигенные детерминанты. Структурные основы взаимодействия антигенов с антителами.

45. Иммуноглобулины: классификация, структура, функции и свойства.

46. Алкалоиды: структурные группы, биологическая активность.

47. Роль витаминов в процессах жизнедеятельности. Водорастворимые и жирорастворимые витамины.

48. Терпены и терпеноиды. Номенклатура и классификация. Отдельные представители.

49. Стероиды: структура основных представителей и их биологическое значение.

50. Феромоны и половые аттрактанты насекомых. Фитогормоны. Гербициды. Фунгициды. Особенности строения и действия.

51. Токсины природного происхождения. Использование токсинов в биоорганической химии и нейрофизиологии.

52. Методы выделения и очистки биомолекул. Экстракция. Электрофорез. Основные хроматографические методы. Анализ чистоты препаратов.

53. Применение масс-спектрометрии в исследовании низкомолекулярных природных соединений и биополимеров.

54. Оптическая спектроскопия. Использование ДОВ и КД спектроскопии для исследования структуры полипептидов и белков. Флуоресценция, ИК- и КР-спектроскопия. Физические основы и область применения методов.

55. Спектроскопия ЯМР. Основные параметры спектров ЯМР и их связь с химической и пространственной структурой биомолекул. Двумерная спектроскопия ЯМР.

56. Компьютерное моделирование молекулярной механики биомолекул. Методы получения пространственной структуры на основе гомологии.

57. Компьютерное моделирование молекулярной динамики биомолекул. Роль внутренних движений биомолекул. Примеры.

58. Что такое терапевтический индекс?  $LD_{50}$ ?

59. Какое значение имеет термин эффе́ктор в отношении рецепторов? Дайте определение терминам «агонист» и «антагонист». Приведите примеры.

60. Предмет «молекулярной фармакологии», и ее связь с другими науками

61. Дайте определения понятиям «фармакокинетика» и «фармакодинамика». Какие методы используют при выполнении соответствующих исследований?

62. Перечислите основные группы лекарственных веществ. Как эти вещества могут быть классифицированы?

63. Назовите основные стадии клеточной прогрессии. Как они связаны с биосинтезом ДНК?

64. Каким образом контролируется клеточный цикл?

65. Что такое апоптоз? Каким образом запускаются механизмы апоптоза? Назовите основные пути осуществления апоптоза.

66. Что такое опухолевые промоторы и канцерогены? Приведите примеры

67. Каким образом реализуется в опухолевых клетках механизм лекарственной устойчивости?

68. Принцип антиметаболитов и его применение в терапии рака. Почему некоторые нуклеозиды обладают противоопухолевыми свойствами.

69. Как полимеризация тубулина связана с опухолевым ростом. Митотические яды стабилизируют или дестабилизируют молекулы тубулина? Назовите противоопухолевые вещества, действующие на тубулин.

70. Назовите основные молекулярные мишени, которые используют при поиске противоопухолевых агентов?

71. Ингибиторы какого фермента проявляют противоопухолевые свойства в отношении гормонзависимых опухолей? Назовите лекарственные препараты этого типа.

72. В чем состоит механизм противоопухолевого действия рубомицина? К какой группе природных соединений относится этот противоопухолевый агент?

73. В чем состоит молекулярный механизм действия винкаристина и винкабластина? Назовите области применения противоопухолевых веществ этого типа.

74. Расскажите о лекарственных противоопухолевых препаратах, созданных на основе изучения морских природных соединений. Каковы области их применения?

75. Какими свойствами обладают антиканцерогенные вещества? Как ведут поиск природных антиканцерогенов?

76. Назовите основные группы вирусов. Приведите схему строения вируса иммунодефицита человека.

77. Расскажите о противоопухолевых нуклеозидах и механизмах их действия. Дайте определения термину «антиметаболит»

78. Какие группы противовирусных субстанций Вы знаете, кроме противовирусных производных нуклеозидов? Расскажите о них.

22. Какие стероидные препараты применяются для лечения сердечной недостаточности? Их молекулярные механизмы действия.

79. Фармакологическая коррекция активности периферической нервной системы. Медицинские препараты, созданные на основе алкалоидов кураре.

80. Молекулярные механизмы регулирования тонуса сосудов.

81. Медицинские препараты, созданные на основе алкалоидов группы резерпина.

82. Каково участие ионных каналов в передаче нервного импульса.

83. Природные соединения, влияющие на центральную нервную систему. Препараты, созданные на основе изучения морфина.

84. Почему конотоксины являются перспективной группой природных соединений для создания новых лекарств на их основе?

85. Молекулярные основы гуморального иммунитета. Какие типы антител вы знаете. Что такое абзимы?

86. Перечислите основные группы иммуностимуляторов.

87. Назовите препараты иммуносупрессоры, расскажите об их действии.

88. Расскажите о природных соединениях – детоксикантах. Приведите примеры.

89. Расскажите о строении и детоксифицирующем действии пектинов.

90. Примеры использования структурной биоинформатики и методов компьютерного моделирования в биоорганической химии и биотехнологии.

91. Структурная биоинформатика (определение, предмет, задачи и методы)

92. Интернет-технологии в построении и анализе пространственной структуры биомолекул.

93. Основные центры информации по структуре и свойствам биомолекул (NCBI, EBI, Uniprot, ExPasy).
94. Базы данных (определение, основные возможности и особенности).
95. Базы первичных структур белков (Swiss-Prot, UniProt).
96. Базы нуклеотидных последовательностей белков (GenBank, NCBI)
97. Базы пространственных структур белков (PDB, NCBI).
98. Вторичные базы данных (PDBsum).
99. Кембриджская база рентгеноструктурных данных низкомолекулярных соединений (CCDC).
100. Базы данных NCBI (Pubmed, PubChem, PubBioassay и др.).
101. Моделирование пространственной структуры молекул с помощью компьютеров. Форматы файлов.
102. Сервер ProDrg для получения файлов пространственной структуры молекул.
103. Визуализация пространственной структуры молекул. Программы визуализации и анализа структуры молекул Rasmol, SPDBV, Mercury.
104. Структура белков и способы ее визуализации с помощью молекулярных редакторов на компьютере.
105. Моделирование и оптимизация структуры биомолекул с помощью компьютерных программ.
106. Программа VEGA ZZ для анализа структуры и расчета физико-химических свойств молекул.
107. Программа Discovery Studio для моделирования молекул и анализа комплексов белков с лигандами.
108. Методы молекулярного докинга и молекулярной динамики и их использование при создании лекарственных препаратов.
109. Методы молекулярного докинга. Программа геометрического докинга GRAMM.
110. Докинг с конформационно подвижным лигандом с помощью программы Autodock 4.2.

111. Современные компьютерные методы конструирования противовирусных препаратов с использованием вирусных белков-мишеней.

112. Современные компьютерные методы конструирования противоопухолевых препаратов.

113. Дизайн лекарственных препаратов на основе структуры известного активного соединения.

114. Дизайн лекарственных препаратов на основе известного белка-мишени.

115. Возможности и ограничения методов компьютерного моделирования при конструировании лекарственных препаратов.

116. Использование высокопроизводительных вычислений для симуляции биомолекул в реалистичных биохимических условиях.

#### **IV. Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену**

Описание последовательности действий обучающихся, алгоритм подготовки к государственному экзамену:

- Систематизировать литературные источники
- Проанализировать и обобщить представленные в них концепции
- Из всего материала выделить существующие точки зрения на проблему
- Проанализировать их, сравнить, дать им оценку.
- Итогом этой работы должна стать логически выстроенная система сведений по существу исследуемого вопроса.

В записях и конспектах указывать названия источников, авторов, год издания. Обосновать один из нескольких предложенных вариантов ответа – привести аргументы в пользу правильности выбранного варианта ответа и указать, в чем ошибочность других вариантов. Аргументировать выбор адекватного способа действий, ведущего к решению задачи.

## Рекомендуемая литература и информационно-методическое обеспечение

### Основная литература

(электронные и печатные издания)

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:237360&theme=FEFU>

1. Кнорре, Д. Г., Годовикова, Т. С., Мызина, С. Д. Биоорганическая химия : учебное пособие / Д.Г. Кнорре и др. - Новосибирск.: Изд-во Новосибирского университета, 2011. - 480 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:679690&theme=FEFU>

2. Леск, А. Введение в биоинформатику / А. Леск. пер с англ.: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 318 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:288426&theme=FEFU>

3. Машковский, М. Д. Лекарственные средства : пособие для врачей в 2 т. / М. Д. Машковский. – М.: Новая волна, 2006. – 1216 с.

4. Хельтье, Х.-Д. Молекулярное моделирование : теория и практика / Х.-Д. Хельтье, В. Зипшль, Д. Роньян (и др.).- М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 318 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:288823&theme=FEFU>

5. Примроуз, С. Геномика. Роль в медицине: учебное издание / С. Примроуз, Р. Тваймен ; под ред. Е. Д. Свердлова, С. А. Лимборской ; пер. с англ.- М.: Бином. Лаб.знаний, 2008. – 277 с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=19542883>

6. Еляков, Г. Б. Природные соединения. Синтез, химическое строение и биологическая активность : избранные труды / Г. Б. Еляков; [отв. ред. В. А. Стоник];. Владивосток : Дальнаука , 2007. 351 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:265439&theme=FEFU>

7. Сова, В. В. Выделение и очистка белков : методическое пособие по курсу "Химия и биохимия белков и ферментов" / В. В. Сова, М. И. Кусайкин. - Владивосток.: Изд-во Дальневосточного университета, 2007. - 40 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:263051&theme=FEFU>

8. Терентьева, Н.А. Химия и биохимия нуклеиновых кислот: учебное пособие для биологических, химических, медицинских специальностей вузов / Н.

А. Терентьева, Л. Л. Терентьев, В. А. Рассказов. – Владивосток.: Дальнаука, 2011. - 268 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:661765&theme=FEFU>

9. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков. - М.: Дрофа, 2006. - 544 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:298339&theme=FEFU>

10. Аляутдин, Р. Н. Фармакология : учебник для вузов / Р. Н. Аляутдин, В. Ю. Балабаньян, Н. Г. Бондарчук и др. ; под ред. Р. Н. Аляутдина. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 827 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:730324&theme=FEFU>

11. Финкельштейн, А.В. Физика белка : курс лекций с цветными стереоскопическими иллюстрациями и задачами : учебное пособие для вузов по биологическим специальностям / А. В. Финкельштейн, О. Б. Птицын. – М.: Университет, 2014. - 491 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:734335&theme=FEFU>

12. Френкель, Д. Принципы компьютерного моделирования молекулярных систем. От алгоритмов к приложениям / Д. Френкель, Б. Смит ; пер. с англ. и науч. ред. : В. А. Иванов, М. Р. Стукан. – М.: Научный мир, 2013. - 559 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:703930&theme=FEFU>

13. Шимановский, Н.Л. Молекулярная и нанофармакология / Н. Л. Шимановский, М. А. Епинетов, М. Я. Мельников. - М.: Физматлит, 2010. -623 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:299676&theme=FEFU>

14. Овчинников, Ю. А. Биоорганическая химия / Ю. А. Овчинников. – М.: Просвещение, 1987. – 816 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:325131&theme=FEFU>

15. Артемова, Э. К. Основы общей и биоорганической химии: учебное пособие для вузов / Э. К. Артемова, Е. В. Дмитриев. – М.: КноРус, 2011. - 247 с. <http://window.edu.ru/resource/476/65476/files/m08-111.pdf>

16. Стручкова, И.В. Регуляция биосинтеза белка: Учебно-методическое пособие / И.В.Стручкова, А.А. Брилкина, А.П. Веселов – Нижний Новгород:

[http://window.edu.ru/resource/013/74013/files/reg\\_bios\\_belka.pdf](http://window.edu.ru/resource/013/74013/files/reg_bios_belka.pdf)

### Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Артемова, Э. К. Основы общей и биорганической химии: учебное пособие для вузов / Э. К. Артемова, Е. В. Дмитриев. – М.: КноРус, 2011. - 247 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:248553&theme=FEFU>

2. Тырков, А. Г. Биорганическая химия : курс лекций / А. Г. Тырков. – Астрахань.: Издательский дом «Астраханский университет», 2009. – 236 с.  
<http://asu.edu.ru/images/File/Izdatelstvo/Uchebnoe%20posobie%202009/Tyrkov%20A.G..pdf>

3. Братцева И.А., Гончаров В.И. Биорганическая химия. Учебное пособие. - Ставрополь: Изд-во СГМА, 2010. - 196 с.  
<http://window.edu.ru/resource/182/75182>

4. Гаевый, М.Д. Фармакология : учебник / М. Д. Гаевый. - М.: Медицина, 1983 – 318 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:315261&theme=FEFU>

5. Граник, В. Г. Основы медицинской химии : учеб. пособие / В. Г. Граник. - М.: Вузовская книга, 2001. - 384 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:17006&theme=FEFU>

6. Чикаловец, И. В. Лабораторные работы по биорганической химии : учебное пособие / (сост. : И. В. Чикаловец, В. В. Сова, О. И. Журавлева и др. ; науч. ред. В. А. Стоник).- Владивосток : Изд-во Дальневосточного университета , 2010. - 59 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:298267&theme=FEFU>

7. Практикум по биорганической химии : учебное пособие / под ред. В. А. Стоника. – Владивосток.: Изд-во Дальневосточного университета, 2002. - 155 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:98770&theme=FEFU>

8. Стоник, В. А. Природные соединения и создание отечественных лекарственных препаратов В. А. Стоник, Г. А. Толстиков // Вестник Российской академии наук Т. 78, N 8 (2008), С. 675-68. (1 экз.)  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:303306&theme=FEFU>

9. Прозоровский, В.Б. Почему лекарства лечат / В. Б. Прозоровский ; под. ред. Т. Н. Зенюка. - Л.: Лениздат, 1991. - 191 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:325889&theme=FEFU>

10. Румянцев Е.В. Химические основы жизни / Е.В. Румянцев, Е.В. Антина, Ю.В. Чистяков. Химия: Колос, 2007. – 560 с. <http://kniga-free.ru/2009/ximicheskie-osnovy-zhizni.html>

11. Семенов, А. А. Очерк химии природных соединений / А. А. Семенов. - Новосибирск.: Наука, 2000. – 664 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:13478&theme=FEFU>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет**

1. Brenda <http://www.brenda-enzymes.org/>
2. Cazy <http://www.cazy.org/>
3. CCDC <http://www.ccdc.cam.ac.uk/pages/Home.aspx>
4. ClusPro: (<http://nrc.bu.edu/cluster>)
5. DS <http://accelrys.com/products/discovery-studio/visualization-download.php>
6. EBI <http://www.ebi.ac.uk/>
7. Expasy <http://www.expasy.org/>
8. GRAMM <http://vakser.bioinformatics.ku.edu/resources/gramm/grammx>)
9. Gromacs <http://www.gromacs.org/>
10. <http://kniga-free.ru/2009/ximicheskie-osnovy-zhizni.html>
11. [http://www.isuct.ru/dept/vhk/russian/Materials/UMK/Biochemistry/Doc/CBL\\_Material\\_1.pdf](http://www.isuct.ru/dept/vhk/russian/Materials/UMK/Biochemistry/Doc/CBL_Material_1.pdf)
12. I-Tasser <http://zhanglab.ccmb.med.umich.edu/I-TASSER/>
13. Maestro <http://www.schrodinger.com/>
14. MODELLER: <http://www.salilab.org/modeller/>
15. NAMD <http://www.ks.uiuc.edu/Research/namd/>
16. NCBI <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
17. PDB <http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>

18. Phyre2: <http://www.sbg.bio.ic.ac.uk/phyre2/html/page.cgi?id=index>
19. PMP <http://www.proteinmodelportal.org/>
20. PocketPicker: <http://gecco.org.chemie.uni-frankfurt.de/pocketpicker/index.html>
21. ProDrg2 <http://davapc1.bioch.dundee.ac.uk/cgi-bin/prodrg>
22. Rasmol <http://rasmol.org/>
23. Robetta: <http://www.robetta.org/>
24. RosettaDock server (<http://rosettadock.graylab.jhu.edu>)
25. SPDBV <http://spdbv.vital-it.ch/>
26. Swiss-model <http://swissmodel.expasy.org/>
27. Uniprot <http://www.uniprot.org/>
28. VEGA ZZ  
[http://nova.disfarm.unimi.it/cms/index.php?Software\\_projects:VEGA](http://nova.disfarm.unimi.it/cms/index.php?Software_projects:VEGA) ZZ
29. ZDOCK, RDOCK: <http://zlab.umassmed.edu/zdock/>
30. База данных о веществах и их свойствах <http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
31. База данных о веществах и их свойствах <http://www.chemspider.com/>
32. Поисковая система печатных материалов <http://www.scopus.com>
33. Румянцев Е.В. Химические основы жизни / Е.В. Румянцев, Е.В. Антина, Ю.В. Чистяков. Химия: Колос, 2007. – 560 с.
34. Румянцев Е.В. Химические основы жизни: иллюстрационно-раздаточный материал к лекционному курсу / Е.В. Румянцев, Е.В. Антина, Ю.В. Чистяков. - Иван. гос. хим- технол. ун-т: Иваново, 2003. – 80 с.