

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
ИНСТИТУТ БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ  
им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова  
Российской академии наук  
(ИБХ РАН)**

**СОГЛАСОВАНО:**

Ученый совет ИБХ РАН

Протокол № 9 от «2» ноября 2022г.

Ученый секретарь  
д.ф.-м.н. В.А. Олейников  
от «2» ноября 2022 г.



**УТВЕРЖДАЮ:**

Директор ИБХ РАН

академик А.Г.Габибов  
от «2» ноября 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«НЕЙРОБИОЛОГИЯ»**

**Шифр и наименование  
группы научных специальностей:**

1.5. Биологические науки

1.4. Химические науки

**Уровень высшего образования:** подготовка научных  
и научно-педагогических кадров в аспирантуре

**Форма обучения:** очная

Рабочая программа разработана в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре программ в аспирантуре (Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951), утвержденным Учебным планом аспирантов на основании решения Учёного совета (Протокол № 9 от 02.11.2022 г.).

## 1. Краткая аннотация

**Нейробиология** — наука, изучающая устройство, функционирование, развитие, генетику, биохимию, физиологию и патологию нервной системы. Изучение поведения является также разделом нейробиологии. Изучение человеческого мозга является междисциплинарной наукой и включает в себя много уровней изучения, от молекулярного до клеточного уровня (отдельные нейроны), от уровня относительно небольших объединений нейронов до уровня больших систем, таких как кора головного мозга или мозжечок, а также на самом высоком уровне — уровне нервной системы в целом. Цель курса: приобретение аспирантами знаний по механизмам нервного возбуждения, принципам структурной организации и функционирования ионных каналов, нейрорецепторов и нейрорегуляторов.

## 2. Объем дисциплины и виды учебной работы

Объём программы составляет 36 академических часов (1 зачётная единица). Лекционно/семинарские занятия могут проводиться в очной форме.

## 3. Распределение аудиторных часов по темам и видам учебной работы

№	Наименование тем и разделов (час), (с развернутым содержанием курса в том числе: по каждой теме и разделу)	Аудиторные занятия (час) в том числе	
		Лекции	Семинары
1	Разнообразие систем мембранного транспорта.	2	
2	Первичный активный транспорт.	2	
3	Передача нервного импульса.	2	
4	Нейротоксины.	2	
5	Ионные каналы. Система транспорта кальция.	2	
6	Нейрорецепторы.	2	
7	Сенсорная биология.	2	
8	Транспортеры и поры.	2	
9	Молекулярные механизмы экзоцитоза.	2	
	<b>Всего:</b>	18	-
	<b>Итого:</b>	18	

#### 4. Итоговый контроль

Зачёт проводится в виде сданного реферата на тему, предложенную в программе. Реферат проверяется на оригинальность в системе «Антиплагиат». Оригинальность содержательной части должна составлять не менее 75%.

Форма контроля	Индикаторы	Итоговый результат
Зачёт	Реферат полно и исчерпывающе раскрывает тему. Аспирант демонстрирует уверенные знания теории. Реферат раскрывает тему, но есть незначительные замечания, несущественные неточности. Реферат не полной мере раскрывает тему, есть существенные замечания. Имеются существенные неточности.	зачет
	Реферат частично (в существенной его части) или полностью не раскрывает тему.	незачет

#### 5. Темы рефератов:

1. Мембранные системы пассивного и активного транспорта. Мембранный потенциал. Ионный и электрический градиент. Электрохимический потенциал. Другие источники энергии для транспортных систем.
2. Светозависимый транспорт протонов. Молекулярные инструменты оптогенетики.
3. АТФ-синтаза, принципы структурной организации и механизм работы фермента.
4. Структура и свойства Na,K-АТФазы и Са-АТФазы саркоплазматического ретикулула.
5. Передача нервного импульса. Потенциал покоя и потенциал действия. Электро- и хемовозбудимые системы нервной клетки. Ионные каналы и нейрорецепторы.
6. Нейротоксины как инструменты исследования нервной системы. Структура и механизм действия аксональных, пре- и постсинаптических нейротоксинов.
7. Общие принципы структурной организации потенциал-чувствительных ионных каналов. Структура и свойства калиевых каналов. Молекулярные основы селективности.
8. Структура и свойства натриевых каналов.
9. Понятие об активации, инактивации и селективности. Молекулярные структуры, обуславливающие эти явления. Селективные лиганды.
10. Структура и свойства кальциевых каналов. Селективные лиганды.
11. Кислоточувствительные и АТФ-активируемые каналы.
12. Строение и функция рецепторов ацетилхолина. Молекулярные механизмы их активации. Селективные лиганды.
13. Строение рецепторов гамма-аминомасляной кислоты и глицина. Селективные лиганды.
14. Типы, строение и функция рецепторов глутамата. Молекулярные механизмы их активации. Селективные лиганды.

15. Транспортные системы для нейромедиаторов. Обратный захват и транспорт в секреторные везикулы.
16. Механорецепторы.
17. Терморецепторы.
18. Молекулярный механизм секреции нейромедиатора. Токсины, влияющие на экзоцитоз.

## **6. Литература**

Рекомендуемая литература для освоения теоретического курса:

### **Основная литература:**

1. M. Luckey. "Membrane Structural Biology"; 2 edition, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2014.
2. B. Hille. "Ion Channels of Excitable Membranes". Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts, USA, 2001.

### **Дополнительная литературы:**

3. Neutze, R. et al. Bacteriorhodopsin: a high-resolution structural view of vectorial proton transport. *Biochim Biophys Acta* 1565, 144-167 (2002).
4. Deisseroth, K. Optogenetics: 10 years of microbial opsins in neuroscience. *Nat Neurosci* 18, 1213-1225 (2015).
5. Stock, D., Gibbons, C., Arechaga, I., Leslie, A.G. & Walker, J.E. The rotary mechanism of ATP synthase. *Curr Opin Struct Biol* 10, 672-679 (2000).
6. Olesen, C. et al. The structural basis of calcium transport by the calcium pump. *Nature* 450, 1036-1042 (2007).
7. Morth, J.P. et al. Crystal structure of the sodium-potassium pump. *Nature* 450, 1043-1049 (2007).
8. Locher, K.P. Structure and mechanism of ATP-binding cassette transporters. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 364, 239-245 (2009).
9. Yu, F.H. & Catterall, W.A. The VGL-kanome: a protein superfamily specialized for electrical signaling and ionic homeostasis. *Sci STKE* 2004, re15 (2004).
10. Doyle, D.A. et al. The structure of the potassium channel: molecular basis of K<sup>+</sup> conduction and selectivity. *Science* 280, 69-77 (1998).
11. Long, S.B., Campbell, E.B. & Mackinnon, R. Crystal structure of a mammalian voltage-dependent Shaker family K<sup>+</sup> channel. *Science* 309, 897-903 (2005).
12. Pan X et al. Structure of the human voltage-gated sodium channel Na<sub>v</sub>1.4 in complex with B1. *Science* 362, pii: eaau2486 (2018).
13. Unwin, N. Refined structure of the nicotinic acetylcholine receptor at 4X resolution. *J Mol Biol* 346, 967-989 (2005).
14. Sigel, E. & Steinmann, M.E. Structure, function, and modulation of GABA(A) receptors. *J Biol Chem* 287, 40224-40231 (2012).
15. Du, J., Lu, W., Wu, S., Cheng, Y. & Gouaux, E. Glycine receptor mechanism elucidated by electron cryo-microscopy. *Nature* 526, 224-229 (2015).
16. Durr, K.L. et al. Structure and dynamics of AMPA receptor GluA2 in resting, pre-open, and desensitized states. *Cell* 158, 778-792 (2014).
17. Schiavo, G., Matteoli, M. & Montecucco, C. Neurotoxins affecting neuroexocytosis. *Physiol Rev* 80, 717-766 (2000).

### **Дополнительная литература:**

18. Yamashita, A., Singh, S.K., Kawate, T., Jin, Y. & Gouaux, E. Crystal structure of a bacterial homologue of Na<sup>+</sup>/Cl<sup>-</sup>-dependent neurotransmitter transporters. *Nature* 437, 215-223 (2005).

19. Wu, L.J., Sweet, T.B. & Clapham, D.E. Current progress in the mammalian TRP ion channel family. *Pharmacol Rev* 62, 381-404 (2010).

20. Ranade, S.S., Syeda, R. & Patapoutian, A. Mechanically activated ion channels. *Neuron* 87, 1162-1179 (2015).

#### **7. Программное обеспечение**

- Microsoft Office Professional Plus 2010 / Из внутренней сети
- Microsoft Windows 7 Professional RUS / Из внутренней сети
- Mozilla Firefox / Свободное лицензионное соглашение

#### **8. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)**

- Consultant Plus
- Garant system
- Sage Journals
- Электронная библиотека ИБХ РАН

#### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- Персональный компьютер
- Набор демонстрационного оборудования

Может включать в себя: мультимедийный проектор, проекционный экран, интерактивная доска, видео панель, интерактивная видео панель, презентационный ноутбук и другие средства демонстрации учебного контента. Допускается использование для проведения занятий переносного набора демонстрационного оборудования.

- Доска
- Экран
- Специализированная мебель

Доска, столы или парты, стулья.

- Наличие беспроводного доступа в Интернет по сети Wi-Fi