



# МЕХАНИЗМЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЛИЯНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНО- СТИ НА МЫШЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

**СЕЛИВАНОВ В.В.**

*Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ),  
г. Москва, Российская Федерация  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8386-591X>, e-mail: [vvsel@list.ru](mailto:vvsel@list.ru)*

**СОРОЧИНСКИЙ П.В.**

*Смоленский государственный университет (ФГБОУ ВО СмолГУ), г. Смоленск, Российская Федерация  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3726-6518>, e-mail: [pivaniki@mail.ru](mailto:pivaniki@mail.ru)*

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований влияния образовательной виртуальной реальности (ВР) биологической тематики на мышление человека. Данные эксперимента показывают значимые положительные сдвиги в общем уровне мышления субъекта при ответах на вопросы по определенной учебной теме, требующих проявления мыслительной активности, а также в отдельных параметрах мышления при решении усложненной предметной задачи (уровень прогнозов искомого решения, характер анализа через синтез, характер «принятия—непринятия» подсказки и др.). Также в статье объясняются некоторые механизмы и закономерности влияния виртуальной реальности на мышление человека. Отмечается комплексность данного влияния со стороны трехмерных образов виртуальной реальности, широкой анимации и интерактивности. Программы в виртуальной реальности обеспечивают развитие формально-логического мышления за счет установления субъектом высокой степени связи сверхобразов ВР с соответствующими понятиями, представленными в текстово-звуковом сопровождении. В результате проведенных экспериментальных исследований и их обоснования делается вывод о возможностях и перспективах применения технологий виртуальной реальности в образовании.

**Ключевые слова:** виртуальная реальность, мышление, образование.

---

**Финансирование.** Исследование выполнено в рамках госзадания Министерства просвещения РФ, проект № 730000Ф.99.1.БВ09АА00006 «Влияние технологий виртуальной реальности высшего уровня на психическое развитие в юношеском возрасте».

**Для цитаты:** Селиванов В.В., Сорочинский П.В. Механизмы и закономерности влияния образовательной виртуальной реальности на мышление человека // Экспериментальная психология. 2021. Том 14. № 1. С. 29—39. DOI: <https://doi.org/10.17759/exppsy.2021000003>

## MECHANISMS AND REGULARITIES OF INFLUENCE OF EDUCATIONAL VIRTUAL REALITY ON HUMAN THINKING

**VLADIMIR V. SELIVANOV**

*Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8386-591X>, e-mail: [vvsel@list.ru](mailto:vvsel@list.ru)*



## PAVEL V. SOROCHINSKY

Smolensk State University, Smolensk, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3726-6518>, e-mail: [pivaniki@mail.ru](mailto:pivaniki@mail.ru)

The article presents the results of experimental researches of influence of educational virtual reality biological subjects in human thinking. The experimental data show significant positive shifts in the general level of thinking of the subject when answering questions on a specific academic subject, which requires a manifestation of mental activity, and also in characteristics of thinking in solving complicated subject tasks (the predicted level of the sought solution, the character of the analysis through synthesis, the character of the “acceptance-rejection” and other tips). The article also explains some of the mechanisms and regularities of influence of virtual reality on the human thinking. It is noted the complexity of the influence of three-dimensional images of virtual reality, a wide of animation and interactivity. Programs in virtual reality ensure the development of formal-logical thinking due to the establishment by the subject of a high degree of connection between the super-images of VR and the corresponding concepts presented in the text-sound accompaniment. As a result of experimental studies and substantiate the conclusion about the possibilities and prospects of application of virtual reality technology in education are presented in the article.

**Keywords:** virtual reality, thinking, education.

**Funding.** The study was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Education of the Russian Federation, project No. 730000Ф.99.1.БВ09АА000006 “The impact of high-level virtual reality technologies on mental development in adolescence.”

**For citation:** Selivanov V.V., Sorochinsky P.V. Mechanisms and Regularities of Influence of Educational Virtual Reality on Human Thinking. *Экспериментальная психология = Experimental Psychology (Russia)*, 2021. Vol. 14, no. 1, pp. 29–39. DOI: <https://doi.org/10.17759/expsy.2021000003> (In Russ.).

## Введение

Технологии виртуальной реальности (VR) — это один из высших видов современного программирования, реализуемый при помощи различных технических устройств (персональных компьютеров, шлемов VR, перчаток VR, костюмов VR и др.) и обеспечивающий вхождение пользователя в искусственно созданный виртуальный мир с возможностью навигации в виртуальном пространстве, изменения угла обзора, изменений некоторых параметров этого виртуального мира и т. д. VR обязательно должна содержать трехмерные красочные объекты (статические и динамические). При качественно выполненной VR у пользователя складывается ощущение присутствия (Presence) [4; 5; 28; 29; 30; 31; 34; 37].

VR может применяться в различных областях деятельности человека: психологических и социальных исследованиях, в образовании (среднем, высшем, в различных видах профессионального образования), при лечении различных заболеваний (клаустрофобия, никтофобия и др.), в релаксационных и игровых целях (компьютерные игры), при проведении научных конференций, для дистанционного обучения и др. [1; 3; 7; 10; 35; 36; 38]. Создание подобных компьютерных программ является одним из критериев интеллектуальной конкурентоспособности страны [8].

Наши экспериментальные исследования связаны с изучением влияния VR образовательного характера на различные компоненты личности (мышление, память, мотивацию, психические состояния и др.). В наших экспериментах мы используем виртуальные обучающие программы с высокой анимацией и интерактивностью. Созданные виртуальные обучающие программы соответствуют основным требованиям средств VR, имеют биоло-



гическую и математическую тематику, могут использоваться при преподавании ряда предметов в средних школах, что целесообразно с введением ФГОС ООО и соответствует требованиям, предъявляемым к современному образованию [24; 25]. Действия в виртуальной среде, по данным ряда исследований, могут обеспечить повышение школьной успеваемости по математике, чтению и естественным наукам, а также стимулировать детей к самообучению — одному из важнейших методов саморазвития личности по современным стандартам [2; 14; 15; 20; 26; 27; 33]. Использование методов ВР в преподавании, по нашему мнению, способствует индивидуализации в обучении, развитию навыков самоконтроля и рефлексии, что также соответствует современным стандартам образования [11; 32].

Примером такой программы является программа «Синтез белка». Данный продукт раскрывает закономерности синтеза белка в клетке на уровне средней школы (рис. 1, 2). Программа создана за счет средств мультиплатформенного инструмента для создания 3D-объектов «Unity». В программе предусмотрено текстовое и звуковое сопровождение.

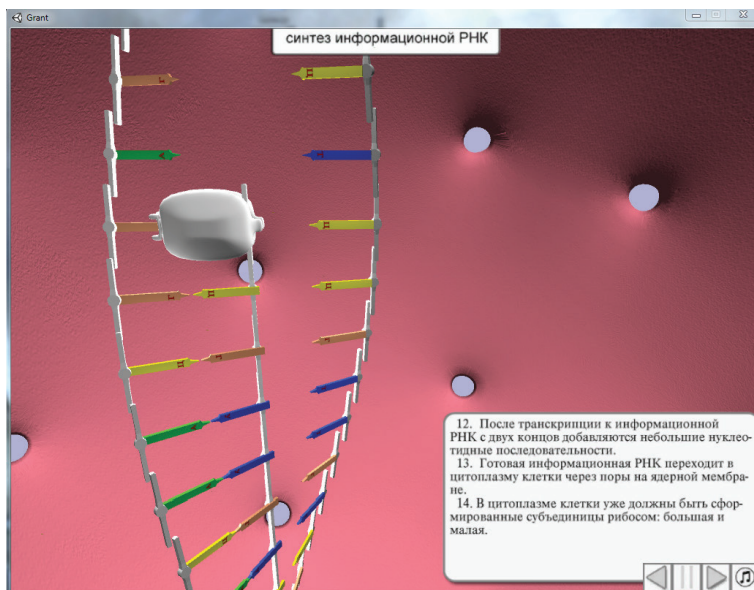


Рис. 1. Синтез информационной РНК

Рядом исследователей отмечаются различные эффекты влияния ВР на мышление, также описываются некоторые закономерности и механизмы этого влияния. Ранее нами были выделены эффекты влияния ВР (проявляющиеся с использованием шлемов ВР) на мышление человека при решении латеральных задач [22]: расширение зоны поиска решения; увеличение количества коллатералей и семантических связей в мышлении; возникновение новых нестандартных мыслей о возможных связях условий с требованиями задачи.

Работа с виртуальными программами, по данным П.А. Побоккина, повышает мотивацию школьников к обучению стереометрии, стимулирует учебно-исследовательскую деятельность и помогает добиться значительных результатов в изучении данного предмета, а также в решении соответствующих задач [17].

П.А. Побоккин отмечает следующие механизмы влияния ВР на мышление субъекта. Трехмерные образы выступают аналогами реальных объектов. Поэтому субъект мышления

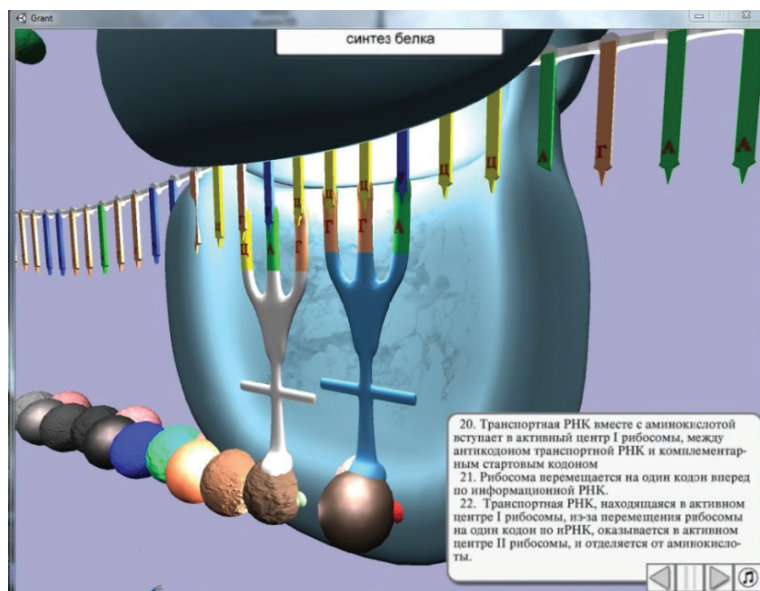


Рис. 2. Синтез белка

непрерывно взаимодействует с данными образами, дополняя собственную систему понятий, развивая процессы мышления и формируя новые обобщения. Действия с образами ВР, интериоризуясь, стимулируют мыслительные процессы, смыслы-процессы и операции. Как следствие, развивается рефлексивный план личности и саморегуляция мыслительной деятельности.

### Процедура исследования

Эксперимент проводился с виртуальной обучающей программой «Синтез белка», описанной ранее. До работы с программой испытуемым предлагался тест «Актуальное состояние» (Л.В. Куликов), тест с десятью вопросами по теме «Синтез белка», требующих проявления мыслительной активности (например, сколько кодонов кодирует 9 аминокислот в процессе синтеза белка?), усложненная задача по этой же теме. Далее следовала самостоятельная работа испытуемых с виртуальной программой при помощи персональных компьютеров, после чего снова давался тест «Актуальное состояние», тест из аналогичных вопросов по теме «Синтез белка» и усложненная задача. При решении задачи испытуемым предлагалось проговаривать свои мысли и мыслиеобразы вслух для последующего микросемантического анализа (А.В. Брушлинский). Полученные результаты сравнивались, сопоставлялись и подвергались математико-статистической обработке. Результаты позволяли судить об изменении уровня мышления при ответе на вопросы теста, а также об изменении некоторых параметров мышления: уровень прогнозов искомого решения, характер анализа через синтез, и др.

Таким образом, независимой переменной в исследовании являлась виртуальная реальность, а зависимыми — уровень мышления испытуемого, некоторые параметры мышления и психического состояния. В процесс работы испытуемого с программой экспериментатор не вмешивался, поэтому результаты исследований могли достоверно показать влияние на мышление именно виртуальной реальности.



## Испытуемые

Общая выборка испытуемых включала 90 человек (учащихся средних школ г. Смоленска и Смоленской области 14–16 лет), уже изучавших однократно тему «Синтез белка» в рамках курса средней общеобразовательной школы.

## Результаты

В результате проведенного исследования с программой «Синтез белка» и математико-статистической обработки данных было замечено повышение уровня мышления у испытуемых при ответах на вопросы по соответствующей теме после работы с программой по сравнению с уровнем мышления до нее в 1,3–2 и более раза (2,3; 2,6; 3; 4; 4,5; 5; 6; 9); уровень прогнозов искомого решения усложненной задачи менялся: повышался с низкого (до программы) до среднего (после программы) в 58% случаев; со среднего до высокого — в 25%; с низкого до высокого — в 12%; не изменялся в 8% случаев. Характер анализа через синтез менялся: с ненаправленного до смешанного — в 54% случаев; со смешанного до направленного — в 23%; с ненаправленного до направленного — в 11%; не изменял характера в 12%. Характер принятия—непринятия подсказки, необходимой для решения задачи, менялся: с «непринятия» до «принятия» — в 59% случаев; с «принятия» до «в подсказке не нуждался» — в 26%; подсказка принята до и после работы с программой — в 8%; подсказка не принята до и после работы с программой в 7% случаев. Уровень формально-логического мышления менялся: с низкого до среднего — в 57% случаев; со среднего до высокого — в 25%; с низкого до высокого — в 13%; показатель не изменялся в 5% случаев.

Расчет критериев Манна—Уитни и парного критерия Стьюдента подтвердил значимость различий между уровнем мышления испытуемых до и после работы с программой.

Расчет U-критерия Манна—Уитни проводился для четырех групп из 20 человек с одинаковым соотношением успеваемости. Далее приводится сводная таблица 1, показывающая соотношения U1- и U2-критериев Манна—Уитни для каждой выборки. При этом U1 — критерий для результатов до работы с программой, а U2 — критерий для результатов после работы с программой. Как видно из таблицы, U2 во всех выборках больше U1 на ту или иную разницу  $\Delta U$ , поэтому U2 является эмпирическим значением критерия Манна—Уитни. U2 всегда больше  $U_{кр.}$ , равного 127 ( $p \leq 0,05$ ).

Таблица 1

**Значения U-критерия Манна—Уитни, показывающие значимость различий между результатами тестирования по вопросам, требующим проявления мыслительной активности, до и после работы с программой «Синтез белка»**

| № выборки | U1  | U2  | $\Delta U$ |
|-----------|-----|-----|------------|
| 1         | 439 | 541 | 102        |
| 2         | 453 | 536 | 83         |
| 3         | 465 | 547 | 82         |
| 4         | 436 | 524 | 88         |

Расчет парного T-критерия Стьюдента также подтвердил достоверность различий между результатами до и после работы с программой. Он проводился также для четырех групп из 20 человек с одинаковым соотношением успеваемости.  $T_{эмп}$  оказалось в четырех случаях равным 8,4; 8,3; 8,4; 8,6 соответственно, причем  $T_{эмп}$  во всех случаях больше  $T_{крит.}$ , равного 2,093 ( $p \leq 0,05$ ).



В целом, ВР положительно сказывается на развитии мышления и его отдельных параметров.

Множественный регрессионный анализ результатов влияния ВР на мышление и психическое состояние показал значимую корреляцию повышения уровня мышления и уровня активации и тонуса ( $p\text{-value}=0,05$ ;  $\beta=0,311$ ;  $p\text{-value}=0,041$ ;  $\beta=0,271$ ). Данный факт также говорит о тесной взаимосвязи данных параметров и их взаимообусловливании в ходе эксперимента. Расчет коэффициента корреляции Пирсона также подтвердил значимость корреляций данных параметров – мышления и активации (0,69), мышления и тонуса (0,67) (во всех случаях  $R_{эмп.}$  больше  $R_{крит.}$ , равного 0,56 ( $p=0,01$ )).

### Обсуждение результатов

Далее приведем описание механизмов влияния ВР на мышление, выявленных в процессе бесед с испытуемыми по поводу проведенного исследования, а также в результате рассмотрения протоколов микросемантического анализа.

Виртуальная реальность влияет комплексно на основные компоненты мышления (мыслительные процессы, операции, формы мышления и др.), повышая его отдельные параметры (прогноз искомого решения, характера анализа через синтез, отражения в сознании соотношения условий и требований задачи) и общую результативность в целом.

Статические и динамические образы ВР стимулируют мыслительные процессы субъекта. Будучи красочными, необычными и привлекательными в плане восприятия, виртуальные объекты способствуют концентрации внимания субъекта на них и инициируют их изучение.

За счет стимуляции мыслительных процессов статическими и динамическими образами развивается операциональный состав мышления. Операции при этом проводятся в большей мере с абстракциями соответствующих образов.

Фоновую среду ВР можно рассматривать как дополнительный образ, в рамках которого идет изучение основных статических и динамических образов. Благодаря фоновой среде и другим образам, а также текстовому сопровождению, формируется целостная образная и понятийная картина биологических процессов синтеза белка, что, в свою очередь, влияет на протекание мыслительных процессов и осуществление операций.

Интерактивность обуславливает осуществление дополнительного стимула для развития мыслительных процессов, операций, форм мышления и смыслов-процессов. Изменение угла обзора и другие возможности интерактива могут интериоризоваться в соответствующие мыслительные процессы (анализ, синтез, анализ через синтез, некоторые элементы прогнозирования и др.), операции (осуществление плана решения задачи), смыслы-процессы, поскольку эти возможности имеют очевидное сходство с соответствующими ментальными явлениями.

Следует отметить также особенности взаимосвязи образов, анимации ВР и развития формально-логического мышления у испытуемых. Между образами, некоторыми аспектами анимации и соответствующими биологическими понятиями возникают естественные ассоциативные связи, например, «образ рибосомы» и понятие «рибосомы», «анимация трансляции» и понятие «трансляции» и т. д. Таким образом, объединяются (связываются) такие когнитивные структуры, как визуальные образы ВР, слуховые (произношение понятий), аспекты образов, полученные в процессе их анализа, письменные (символические) элементы (написание слов, терминов) и др. В результате формируются понятия тех или иных научных объектов, процессов и закономерностей как сложные когнитивные структуры, которые субъект может использовать в процессе формально-логического мышления



при решении той или иной проблемы или задачи. Накопление, систематизация и в целом развитие понятий способствуют развитию формально-логического мышления.

Активации мыслительных процессов также способствует формирование благоприятных психических состояний в процессе работы в ВР.

### Выводы

Средства ВР, в отличие от традиционных педагогических средств и несовершенных аналогов ВР (электронных презентаций со статическими объектами, двухмерными и трехмерными анимационными фильмами), предоставляют для субъекта целостные, трехмерные образы тех или иных объектов и явлений с возможностью изучать их с различных сторон (ракурсов). Субъект лучше осознает представленные объекты и процессы, а понятия о них формируются более осознанными, углубленными, расширенными и, как следствие, прочными, что очень важно для развития мышления при решении предметных и иных задач. Общими механизмами развития мышления в ВР выступают интериоризация виртуальных действий, которые обобщаются и становятся внутренним достоянием личности, а также саморазвитие мыслительного процесса, который вырабатывает новые компоненты за счет непрерывного взаимодействия с трехмерным познаваемым объектом.

Таким образом, ВР является эффективным средством для развития мышления (образного и формально-логического) и имеет положительные перспективы для применения в области образования.

### Литература

1. Ананьева К.И., Барабанищев В.А., Демидов А.А., Харитонов А.Н. Проблемы развития экспериментальной психологии (Выездное заседание Бюро Отделения психологии и возрастной физиологии Российской академии образования) // Экспериментальная психология. 2011. Том 4. № 3. С. 5–27.
2. Баржанова М.В., Доценко К.П. Совершенствование системы российского образования с учетом современных мировых тенденций // Наука и школа. 2018. № 5. С. 9–22.
3. Богданова И.В., Галаничев П.А., Дивеев Д.А., Носуленко В.Н., Самойленко Е.С., Хозе Е.Г. Онлайн поддержка исследований познания и общения // Экспериментальная психология. 2018. Том 11. № 2. С. 149–163. DOI:10.17759/exppsy.2018110220
4. Величковский Б.Б. Когнитивный контроль и чувство присутствия в виртуальных средах // Экспериментальная психология. 2016. Том 9. № 1. С. 5–20.
5. Войскунский А.Е. Психология и интернет. М.: Акрополь, 2010. 439 с.
6. Войскунский А.Е., Меньшикова М.Я. О применении систем виртуальной реальности в психологии // Вестник Московского университета. Серия 14: «Психология». 2008. № 1. С. 22–36.
7. Войскунский А.Е., Смылова О.В. Психологическое применение систем виртуальной реальности // Интернет и современное сообщество. Труды IX Всероссийской объединенной конференции (14–16 ноября 2006, г. С.-Петербург). СПб, 2006. С.8-14.
8. Григорьев А.А., Лаптева Е.М. Интеллектуальная конкурентоспособность страны: проблема медиации действия национального IQ // Экспериментальная психология. 2018. Том 11. № 3. С. 152–162.
9. Григорьев А.А. Национальный IQ и инновационная активность страны // Сибирский психологический журнал. 2016. № 60. С. 6–21.
10. Зинченко Ю.П., Меньшикова Г.Я., Баяковский Ю.М., Черноризов А.М., Войскунский А.Е.. Технологии виртуальной реальности, методологические аспекты, достижения и перспективы // Национальный психологический журнал. 2010. № 2 (4). С. 64–71.
11. Ковель М.И., Глинкина Г.В.. Особенности критериальной системы оценивания в теории и технологии способа диалектического обучения // Наука и школа. 2018. № 5. С. 84–95.
12. Литвинцева Л.В., Налитое С.Д. Виртуальная реальность: анализ состояния и подходы к решению // Новости искусственного интеллекта. 1995. № 3. С. 24–90.



13. Литвинцева Л.В. Виртуальная реальность — новый шаг в технологии человеко-машинного взаимодействия // Теория и системы управления. 1995. № 5. С. 173—183.
14. Марголис А.А., Сафронова М.А. Итоги комплексного проекта по модернизации педагогического образования в Российской Федерации (2014—2017 гг.) // Психологическая наука и образование. 2018. Том 23. № 1. С. 5—24.
15. Нгуен Тхук Тху, Чан Тхи, Тхань, Боровских Т.А.. Формирование и развитие опыта самообучения у школьников // Наука и школа. 2018. № 5. С. 52—57.
16. Побокин П.А. Виртуальное и визуальное мышление на уроках математики // Вестник Череповецкого гос. университета. 2014. № 6. С. 133—136.
17. Побокин П.А. Влияние средств виртуальной реальности на развитие мышления и знаний школьников по математике в ходе обучения: автореф. дисс. ... канд. психол. наук. Ярославль, 2015.
18. Побокин П.А. Развитие мыслительных процессов школьников, их психических состояний как следствие применения виртуальных математических программ // Вестник Череповецкого государственного университета, 2014. № 3. С. 192—196.
19. Побокин П.А. Целесообразность использования средств виртуальной реальности в курсе изучения стереометрии // Психология когнитивных процессов: сб статей / Под ред. А.Г. Егорова, В.В. Селиванова. Смоленск: Универсум. С. 227—231.
20. Рубцова О.В., Панфилова А.С., Артеменков С.Л. Исследование взаимосвязи личностных особенностей игроков подросткового и юношеского возраста с их поведением в виртуальном пространстве (на примере групповой компьютерной игры «Dota 2») // Психологическая наука и образование. 2018. Том 23. № 1. С. 137—148.
21. Селиванов В.В., Селиванова Л.Н.. Воздействие виртуальной реальности на личностные и мыслительные характеристики учащихся // Материалы I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (20—21 мая 2016 г.). Калуга, 2016.
22. Селиванов В.В. Использование методов виртуальной реальности в развитии интеллекта и обучении // Образование в современном информационном обществе: синергетическая модель / Ред. А.С. Коповский, Г.Н. Малюченко. Саратов: Издательский центр «Наука», 2009. С. 135—139.
23. Селиванов В.В. Мыслительные процессы в функциональной структуре интеллекта // Экспериментальная психология. 2017. Том 10. № 2. С. 67—68.
24. Сорочинский П.В. Влияние виртуальных обучающих программ по биологии на мышление и психические состояния человека // Сборник материалов областного конкурса молодых ученых 2012 года. Смоленск: ГАУ ДПОС «СОИРО», 2012. С. 152—155.
25. Субъект и виртуальная реальность: психическое развитие, обучение: монография // Под ред. В.В. Селиванова. Смоленск: Издательство СмолГУ, 2016.
26. Drachen A., Yancey M., Maguire J., Chu D., Wang I.Y., Mahlmann T., Schubert M. and Klabajan D. Skill-based differences in spatio-temporal team behaviour in defence of the ancients 2 (dota 2) // Games Media Entertainment (GEM). 2014. P. 1—8.
27. Greenfield S.A. Mind change: how digital technologies are leaving their mark on our brain? Random House, 2015.
28. Vacca J.R. VRML: bringing virtual reality to the internet: CD-ROM included. Boston. 1996.
29. Huang M.P., Alessi N.E. Presence as an Emotional Experience // Medicine Meets Virtual Reality: The Convergence of Physical and Informational Technologies Options for a New Era in Healthcare. Amsterdam: IOS Press, 1999. P. 148—153.
30. Insko B.E. Measuring Presence: Subjective, Behavioral and Physiological Methods // Being There: Concepts, Effects and Measurement of User Presence in Synthetic Environments. Amsterdam: IOS Press, The Netherlands, 2003.
31. Jacob R.J. The use of eye movements in human-computer interaction techniques: What you look at is what you get // ACM Transactions on Information Systems (TOIS). 1991. № 2. P. 152—169.
32. Johnson-Glenberg M.C. Immersive VR and Education: Embodied Design Principles That Include Gesture and Hand Controls // Frontiers in Psychology, Front. Robot. AI, 24 July 2018. <https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00081>.
33. Kelava A., Brandt H. A general non-linear multilevel structural equation mixture model // Front. Psychol. 2014. Vol. 5. P. 1—16.





34. Hilary McLellan, McLellan Wyatt *Digital Virtual realities*. In Handbook of research for educational communications and technology /Ed. Jonassen D.H. USA, Bloomington: AECT, 1996. P. 457–487. <http://members.aect.org/edtech/ed1/15/index.html> (дата обращения 09.03.2021).
35. *Menshikova Galina Ya., Saveleva Olga A., Zinchenko Yury P.* The study of ethnic attitudes during interactions with avatars in virtual environments // Psychology in Russia: State of the Art. 2018. Vol. 11. Iss. 1. P. 20–31. DOI: 10.11621/pir.2018.0102.
36. *Riva G.* Virtual Reality in Psychotherapy: Review // CyberPsychology & Behavior. 2001. Vol. 8. № 3. P. 220–230.
37. *Shubert T., Crusius J.* Five theses on the book problem: presence in books, film and VR // Fifth Annual International Workshop PRESENCE 2002 Proceedings. Universidade Fernando Pessoa, Porto, Portugal, 2002. P. 53–58.
38. *Wolpov J.R.* et al. Brain-computer interface communication and control // Clinical Neurophysiology. 2002. № 113(6). P. 767–791.

## References

1. *Ananeva K.I., Barabanshikov V.A., Demidov A.A., Haritonov A.N.* Problemy razvitiya experimentalnoy psihologii [Development problems of experimental psychology]. Experimentalnaya psihologiya [Experimental psychology], 2011. Vol. 4, no. 3, pp. 5–27. (In Russ.).
2. *Barzhanova M.V., Docenko K.P.* Sovershenstvovanie sistemy rossijskogo obrazovaniya s uchedom sovremennyh mirovyyh tendtsiy [Improving the Russian education system, taking into account modern global trends]. Nauka i shkola [Science and school], 2018. No. 5. P. 9–22. (In Russ.).
3. *Bogdanova I.V., Galanichev P.A., Diveev D.A., Nosulenko V.N., Samoylnko E.S., Hoze E.G.* Onlayn podderzhka issledovaniy poznaniya i obsheniya [Online support for cognition and communication research]. *Experimentalnaya psihologiya* [Experimental psychology], 2018. Vol. 11, no. 2, pp. 149–163. DOI:10.17759/expssy.2018110220 (In Russ.).
4. *Velichkovskiy B.B.* Kognitivnyy kontrol i chuvstvo prisutstviya v virtualnih sredah [Cognitive control and a sense of presence in virtual environments]. *Experimentalnaya psihologiya* [Experimental psychology], 2016. Vol. 9 no. 1, pp. 5–20. (In Russ.).
5. *Voyskunskiy V.P.* Psihologiya i internet [Philosophy and the Internet]. Moskva: «Akropol» [«Acropolis»], 2010. 439 p. (In Russ.).
6. *Voyskunskiy V.P., Menshikova O.V.* O primeneni system virtualnoy realnosyi v psihologii [On the use of virtual reality systems in psychology]. Vestnik Moskovskogo universiteta [Moscow University Bulletin], 2008, Seriya 14: «Psihologiya» [Psychology], no. 1, pp. 22–36. (In Russ.).
7. *Voyskunskiy V.P., Smyslova O.V.* Psihologicheskoe promenenie sistem virtualnoy realnosti [Psychological applications of virtual reality systems]. Trudi IX Vserossiyskoy obyedinennoy konferentsii [Proceedings of the IX All-Russian Joint Conference] [Elektronnyy resurs] [Electronic resource], 2006. <http://www.conf.infocos.ru/2006/thes/Voisk&Smyslova.pdf> (In Russ.).
8. *Grigorev A.A., Lapteva E.M.* Intellectualnaya konkurentnosposobnost strany: problema mediacii deystviya nacionalnogo IQ [Intellectual competitiveness of the country: the problem of mediation of the actions of the national IQ]. *Experimentalnaya psihologiya* [Experimental psychology], 2018. Vol. 11, no. 3, pp. 152–162. (In Russ.).
9. *Grigorev A.A.* Nacionalniy IQ i innovatsionnaya aktivnost strany [National IQ and innovative activity of the country]. Sibirskiy psihologicheskii zhurnal [Siberian Psychological Journal], 2016. No. 60, pp. 6–21. (In Russ.).
10. *Zinchenko U. P., Menshikova G.Y., Bayakovskiy U.M., Voyskunskiy A.E.* Tehnologii virtualnoy realnosti: metodologicheskie aspekty, dostizheniya i perspektivy [Virtual reality technologies: methodological aspects, achievements and prospects]. Nacionalniy psihologicheskii surnal [National Psychological Journal], 2010. No 2 (4), pp. 64–71. (In Russ.).
11. *Kovel M.I., Glinkina G.V.* Osobennosti kriterialnoy sistemy ocenivaniya v teorii i tehnologii sposoba dialecticheskogo obucheniya [Features of the criteria-based assessment system in the theory and technology of the method of dialectical teaching]. Nauka i shkola [Science and school], 2018. No 5, pp. 84–95. (In Russ.).
12. *Litvinceva L.V., Nalitoe S.D.* Virtualnaya realnost: analiz sostoyaniya i podhody k resheniu [Virtual reality: state analysis and solution approaches]. Novosti iskusstvennogo intellekta [Artificial Intelligence News], 1995. No. 3, pp. 24–90. (In Russ.).



13. *Litvinceva L.V.* Virtualnaya realnost – novyy shag v tehnologii cheloveko-mashinnogo vzaimodeystviya [Virtual reality is a new step in human-machine interaction technology]. *Teoriya i sistemy upravleniya* [Control theory and systems], 1995. No. 5, pp. 173–183. (In Russ.).
14. *Margolis A.A., Safronova M.A.* Itogi kompleksnogo proecta po modernizatsii pedagogicheskogo obrazovaniya v Rossiyskoy Federatsii (2014–2017 gg.) [Results of a comprehensive project to modernize teacher education in the Russian Federation (2014–2017)]. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovaniye* [Psychological Science and Education], 2018. Vol. 23, no. 1, pp. 5–24. (In Russ.).
15. *Nguyen Thuk Thu, Chan Thi, Than, Borovskih T.A.* Formirovaniye i razvitiye opyta samoobucheniya u shkol'nikov [Formation and development of self-study experience in schoolchildren]. *Nauka i shkola* [Science and school], 2018. No. 5, pp. 52–57. (In Russ.).
16. *Pobokin P.A.* Virtual'noye i vizualnoye myshleniye na urokakh matematiki [Virtual and visual thinking in math lessons]. *Vestnik Cherepovetskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Cherepovets State University], 2014. No. 6, pp. 133–136. (In Russ.).
17. *Pobokin P.A.* Vliyaniye sredstv virtualnoy real'nosti na razvitiye myshleniya i znaniy shkol'nikov po matematike v khode obucheniya [Influence of virtual reality tools on the development of thinking and knowledge of schoolchildren in mathematics during training]. *Avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni kanidata psikhologicheskikh nauk* [Abstract of dissertation for the degree of candidate of psychological sciences]. Yroslavl, 2015. (In Russ.).
18. *Pobokin P.A.* Razvitiye myslitelnykh protsessov shkol'nikov, ikh psikhicheskikh sostoyaniy, kak sledstviye primeneniya virtualnykh matematicheskikh programm [The development of the thought processes of schoolchildren, their mental states, as a result of the use of virtual mathematical programs]. *Vestnik Cherepovetskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Cherepovets State University], 2014. No. 3, pp. 192–196. (In Russ.).
19. *Pobokin P.A.* Tselesoobraznost' ispolzovaniya sredstv virtualnoy realnosti v kurse izucheniya stereometrii [The expediency of using virtual reality tools in the course of studying stereometry]. *Psikhologiya kognitivnykh protsessov* [Psychology of cognitive processes]. Smolensk: «Universum», 2013, pp. 227–231. (In Russ.).
20. *Rubcova O.V., Panfilova A.S., Artemenkov S.L.* Issledovaniye vzaimosvyazi lichnostnykh osobennostey igrokov podrostkovogo i yunosheskogo vozrasta s ikh povedeniyem v virtual'nom prostranstve (na primere gruppovoy komp'yuternoy igry “Dota 2”) [Investigation of the relationship between the personality traits of adolescent and youth players and their behavior in virtual space (on the example of the group computer game “Dota 2”). *Psikhologicheskaya nauka i obrazovaniye* [Psychological Science and Education], 2018. Vol. 23, no. 1, pp. 137–148. (In Russ.).
21. *Selivanov V.V., Selivanova L.N.* Vozdeystviye virtual'noy real'nosti na lichnostnyye i myslitel'nyye kharakteristiki uchashchikhsya [Impact of virtual reality on the personality and mental characteristics of students]. *Materialy vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem 20–21 maya 2016 g.* [Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation May 20–21, 2016]. Kaluga, 2016. (In Russ.).
22. *Selivanov V.V.* Ispol'zovaniye metodov virtualnoy realnosti v razvitii intellekta i obuchenii [Using virtual reality methods in the development of intelligence and learning]. *Obrazovaniye v sovremennom informatsionnom obshchestve: sinergeticheskaya model* [Education in the modern information society: a synergistic model]. Saratov: «Nauka» [«Science»], 2009, pp. 135–139. (In Russ.).
23. *Selivanov V.V.* Myslitel'nyye protsessy v funktsionalnoy strukture intellekta [Thought processes in the functional structure of intelligence]. *Experimentalnaya psihologiya* [Experimental psychology] 2017. Vol. 10, no. 2, pp. 67–68. (In Russ.).
24. *Sorochinskiy P.V.* Vliyaniye virtualnykh obuchayushchikh programm na myshleniye i psikhicheskiye sostoyaniya cheloveka [Influence of virtual training programs on thinking and mental states of a person]. *Sbornik materialov oblastnogo konkursa molodykh uchenykh* [Collection of materials of the regional competition of young scientists]. Smolensk, «SOIRO», 2012, pp. 152–155. (In Russ.).
25. *Subyekt i virtualnaya real'nost: psikhicheskoye razvitiye, obucheniye* [Subject and virtual reality: mental development, learning]/ pod red. Selivanova V.V. [ed. Selivanov V.V.]. (monografiya) [monograph]. Smolensk: «SmolGU», 2016. (In Russ.).
26. *Drachen A., Yancey M., Maguire J., Chu D., Wang I.Y., Mahlmann T., Schubert M. and Klabajan D.* Skill-based differences in spatio-temporal team behaviour in defence of the ancients 2 (dota 2). *Games Media Entertainment (GEM)*, 2014 IEEE, pp. 1–8.



27. Greenfield S.A. Mind change: how digital technologies are leaving their mark on our brain? Random House, 2015.
28. Vacca J.R. VRML: bringing virtual reality to the internet: CD-ROM included. Boston, 1996.
29. Huang M.P., Alessi N.E. Presence as an Emotional Experience. *Medicine Meets Virtual Reality: The Convergence of Physical and Informational Technologies Options for a New Era in Healthcare*. Amsterdam: IOS Press, 1999, pp. 148–153.
30. Insko B.E. Measuring Presence: Subjective, Behavioral and Physiological Methods. *Being There: Concepts, Effects and Measurement of User Presence in Synthetic Environments*. IOS Press, Amsterdam, The Netherlands, 2003.
31. Jacob R.J. The use of eye movements in human-computer interaction techniques: What you look at is what you get. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, 1991, no. 2, pp. 152–169.
32. Johnson-Glenberg, M.C. Immersive VR and Education: Embodied Design Principles That Include Gesture and Hand Controls. *Frontiers in Psychology, Front. Robot*, 2018. <https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00081>.
33. Kelava A., Brandt H. A general non-linear multilevel structural equation mixture model. *Front. Psychol.*, 2014. Vol. 5:748, pp. 1–16.
34. McLellan H. Virtual realities. In *Handbook of research for educational communications and technology / Ed. Jonassen D.H.* 1996. P. 457–487.
35. Menshikova Galina Ya., Saveleva Olga A., Zinchenko Yury P. The study of ethnic attitudes during interactions with avatars in virtual environments. *Psychology in Russia: State of the Art*, 2018. Vol. 11, Issue 1: 20–31. DOI: 10.11621/pir.2018.0102.
36. Riva G. Virtual Reality in Psychotherapy: Review. *CyberPsychology & Behavior*, 2001. Vol. 8, no 3, pp. 220–230.
37. Shubert T., Crusius J. Five theses on the book problem: presence in books, film and VR. Fifth Annual International Workshop PRESENCE 2002 Proceedings. Universidade Fernando Pessoa, Porto, Portugal, 2002. P. 53–58.
38. Wolpov J.R. et al. Brain-computer interface communication and control. *Clinical Neurophysiology*, 2002. No. 113 (6), pp. 767–791.

### **Информация об авторах**

*Селиванов Владимир Владимирович*, доктор психологических наук, профессор, заведующий кафедрой общей психологии, Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8386-591X>, e-mail: [vvsel@list.ru](mailto:vvsel@list.ru)

*Сорочинский Павел Викторович*, соискатель кафедры общей психологии, Смоленский государственный университет (ФГБОУ ВО СмолГУ), г. Смоленск, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3726-6518>, e-mail: [vvsel@list.ru](mailto:vvsel@list.ru)

### **Information about the authors**

*Vladimir V. Selivanov*, Doctor of Psychology, Professor, Head of the Chair of General Psychology, Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8386-591X>, e-mail: [vvsel@list.ru](mailto:vvsel@list.ru)

*Pavel V. Sorochinsky*, Degree Seeker of the Chair of General Psychology, Smolensk State University, Smolensk, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3726-6518>, e-mail: [pivaniki@mail.ru](mailto:pivaniki@mail.ru)

Получена 07.11.2020

Принята в печать 21.12.2020

Received 07.11.2020

Accepted 21.12.2020